"Diese Gebrauchsanweiseung kann Bezug nehmen auf die Namen HP oder Hewlett-Packard. Bitte beachten Sie, dass ehemalige Betriebsbereiche von Hewlett-Packard wie HP-Halbleiterprodukte,  HP-chemische Analysen oder HP-Test- und Messwesen nun zu der Firma Agilent Technology gehören. Um Verwirrung zu vermeiden wurde lediglich bei Produktname und - Nummer der vorlaufende Firmenname geändert: Produkte mit dem Namen/Nummer HP XXXX lauten nun mehr Agilent XXXX. Z.B, das Modell HP 8648 heißt nun Agilent 8648."

# Benutzerhandbuch

## HF-Netzwerkanalysatoren
## HP 8712ET und HP 8714ET

**HP-Teilenummer 08714-90007**

**Printed in USA**
**November 1998**

© Copyright 1998 Hewlett-Packard Company

# Hinweis

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen können ohne vorherige Ankündigung geändert werden. Hewlett-Packard übernimmt keinerlei Gewährleistung, auch nicht hinsichtlich der gesetzlichen Gewährleistungspflicht, der Marktfähigkeit oder der Eignung für irgend einen bestimmten Zweck. Hewlett-Packard übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Handbuch enthalten sind, oder für zufällige oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Leistungsfähigkeit oder Verwendung dieses Gerätes.

### Konventionen bezüglich der Tasten

Für dieses Handbuch gelten folgende Konventionen:

TASTE

Dieses Symbol repräsentiert eine Frontplattentaste mit fester Funktion (“Hardkey”).

**Softkey**

Dieses Symbol repräsentiert einen “Softkey”. Die Softkeys sind die unbeschrifteten Tasten am rechten Bildschirmrand, deren Funktionen vom jeweiligen Betriebszustand des Gerätes abhängig sind und auf dem Bildschirm angezeigt werden.

`Bildschirmtext`

Bei Informationen, die in dieser Schriftart dargestellt werden, handelt es sich um Text, der auf dem Bildschirm des Gerätes angezeigt wird.

### Informationen über Gewährleistung und technische Unterstützung

Informationen über Gewährleistung und technische Unterstützung finden Sie in Kapitel 5.

### Firmware-Version

Dieses Handbuch gilt für Analysatoren ab der Firmware-Version C.05.00.

# Warenzeichenhinweise

Lotus® und 1-2-3® sind in den USA eingetragene Warenzeichen der Firma Lotus Development Corporation.

Windows, ist ein eingetragenes Warenzeichen der Firma Microsoft Corp.

Teile der Software enthalten Quellencode von der Info–ZIP Group. Hierbei handelt es sich um Freeware, die aus dem Internet (Anonymous FTP, asftp.uu.net:/pub/archiving/zip/unzip51/.tar.Z) oder von CompuServe (asunz51.zip im IBMPRO-Forum, Library 10, Data compression) heruntergeladen werden kann.

# Kurzbeschreibung der Analysatoren

Die Modelle HP 8712ET und HP 8714ET sind einfach zu benutzende HF-Netzwerkanalysatoren, die für die Transmissions- und Reflexionsmessungen im Rahmen von Produktionstests an HF-Bauteilen optimiert wurden. Jeder dieser kompakten Analysatoren enthält einen HF-Synthesizer-Signalgenerator, ein Transmissions-/Reflexions-Testset, Multi-Mode-Empfänger (schmalbandige oder breitbandige Detektion) und einen Bildschirm.

Die Signalquelle bietet eine Auflösung von 1 Hz, eine Wobbelzeit von 40 ms (oder schneller) und einen Ausgangspegel bis zu +16 dBm.

Die Dreikanal-Dual-Mode-Empfänger bieten in der schmalbandigen Betriebsart einen Dynamikbereich von mehr als 100 dB. Für Messungen an frequenzumsetzenden Baugruppen (beispielsweise Mischern) sind breitbandige interne Detektoren und Eingänge für externe Detektoren vorhanden. Die Empfänger sind mikroprozessorgesteuert und arbeiten mit digitaler Signalverarbeitung. Dadurch werden hohe Meßgeschwindigkeiten und ein hoher Testdurchsatz erzielt.

Die Geräte besitzen zwei voneinander unabhängige Meßkanäle und einen großen Bildschirm, auf dem die Meßergebnisse beider Kanäle gleichzeitig in diversen Formaten dargestellt werden können. Darüber hinaus besitzen diese Analysatoren einen Anschluß für einen externen VGA-Farbbildschirm.

Die Meßfunktionen und Meßparameter werden über Festfunktionstasten und Softkey-Menüs gewählt. Unter Verwendung eines kompatiblen Druckers oder Plotters können die Meßergebnisse direkt (ohne Zuhilfenahme eines Computers) ausgedruckt oder geplottet werden. Geräteeinstellungen können auf eine Diskette oder intern (flüchtig oder nichtflüchtig) abgespeichert werden. Interne Diagnoseroutinen vereinfachen im Falle eines Problems die Fehlersuche.

Diverse Kalibrierfunktionen und die Meßdatenmittelungsfunktion ermöglichen es, die Meßgenauigkeit zu optimieren. Die Kalibrierung kann wahlweise unter Verwendung der werksmäßigen internen Kalibrierdaten erfolgen oder unter Verwendung von Kalibrierdaten, die am Einsatzort mit Hilfe externer Kalibriernormale ermittelt werden. Die Kalibrierung reduziert die durch Übersprechen, unzulängliche Richtwirkung, Frequenzgang und Quellenanpassungsfehler verursachte Meßunsicherheit.

# Inhaltsverzeichnis


**1. Inbetriebnahme**

Einführung . . . . . 1-2

Übersicht über die Frontplatte . . . . . 1-3

Eingeben von Meßparametern . . . . . 1-4
- Analysator in die Grundeinstellung bringen . . . . . 1-5
- Frequenzbereich eingeben . . . . . 1-6
- Meßsignalpegel eingeben . . . . . 1-6
- Meßkurve skalieren . . . . . 1-6
- Meßkanal und Meßfunktion wählen . . . . . 1-7
- Darzustellenden Kanal oder darzustellende Kanäle wählen . . . . . 1-8

Funktionsprüfung . . . . . 1-10
- Benötigtes Meßzubehör . . . . . 1-10
- Durchführung einer Transmissionsmessung . . . . . 1-11
- Breitbandige Pegelmessung. . . . . 1-13
- Durchführung einer Reflexionsmessung. . . . . 1-14
- Falls der Analysator die Funktionsprüfung nicht besteht. . . . . 1-16

**2. Durchführung von Messungen**

Einführung. . . . . 2-2

Bauteilmessungen mit einem Netzwerkanalysator . . . . . 2-3
- Abschwächung oder Verstärkung innerhalb der Meßanordnung . . . 2-7
- Wann sollte die Systemimpedanz-Einstellung verändert werden? . 2-8
- Typische Meßprozedur . . . . . 2-9

Konfigurieren des Analysators mit Hilfe der Taste BEGIN . . . . . 2-10
- Überblick über die Taste BEGIN. . . . . 2-11
- Konfigurieren des Analysators mit Hilfe der Taste BEGIN . . . . . 2-12
- Die Funktion User BEGIN . . . . . 2-14

Transmissionsfrequenzgang-Messung . . . . . 2-15
- Eingabe der Meßparameter . . . . . 2-15

# Inhaltsverzeichnis


Erweiterte Frequenzgangkalibrierung . . . . . 2-16
Anschluß des Prüflings . . . . . 2-18
Darstellung und Interpretation der Transmissions-Meßergebnisse 2-18

Messung des Reflexions-Frequenzgangs. . . . . 2-21
Eingabe der Meßparameter . . . . . 2-21
Durchführung einer Ein-Tor-Reflexionkalibrierung . . . . . 2-22
Anschluß des Prüflings . . . . . 2-24
Darstellung und Interpretation der Reflexions-Meßergebnisse. . . . 2-26

Breitbandige Pegelmessung . . . . . 2-28
Eingabe der Meßparameter . . . . . 2-28
Durchführung einer Normierungskalibrierung . . . . . 2-29
Anschluß des Prüflings . . . . . 2-30
Darstellung und Interpretation der Ergebnisse der Pegelmessung 2-31

Mischdämpfungsmessung . . . . . 2-33
Meßparameter eingeben . . . . . 2-34
Durchführung einer Normierungskalibrierung . . . . . 2-34
Anschluß des Prüflings . . . . . 2-36
Darstellung und Interpretation der Mischdämpfungs-Meßergebnisse2-37

Messungen über den Hilfseingang . . . . . 2-39
Charakteristiken des Eingangs AUX INPUT . . . . . 2-40

Gruppenlaufzeitmessung . . . . . 2-41
Eingabe der Meßparameter . . . . . 2-42
Durchführung einer erweiterten Frequenzgangkalibrierung . . . . . 2-42
Anschluß des Prüflings . . . . . 2-43
Darstellung und Interpretation der Gruppenlaufzeit-Meßergebnisse2-43

Impedanzmessung mit Darstellung als Smith-Diagramm . . . . . 2-45
Eingabe der Meßparameter . . . . . 2-45
Ein-Tor-Reflexionkalibrierung durchführen . . . . . 2-46

# Inhaltsverzeichnis


Anschluß des Prüflings . . . . . 2-46
Darstellung und Interpretation der Impedanz-Meßergebnisse . . . 2-47

Impedanzbetragsmessung . . . . . 2-51
Funktionsweise der Reflexionsmessung . . . . . 2-51
Funktionsweise der Transmissionsmessung . . . . . 2-52

**3. Benutzung der Gerätefunktionen**

Einführung . . . . . 3-2

Markenfunktionen . . . . . 3-3
Marken aktivieren . . . . . 3-5
Marken abschalten . . . . . 3-5
Markensuchfunktionen . . . . . 3-6
Mathematische Markenfunktionen . . . . . 3-18
Delta- (Δ) Marken . . . . . 3-24
Weitere Markenfunktionen . . . . . 3-26
Polar-Format-Marken . . . . . 3-27
Smith-Diagramm-Marken . . . . . 3-27

Grenzwerttest . . . . . 3-28
Erstellen einer horizontalen Grenzwertlinie . . . . . 3-29
Erstellen einer geneigten Grenzwertlinie . . . . . 3-30
Erstellen eines Ein-Punkt-Grenzwertes . . . . . 3-32
“Marker-Limit”-Funktionen . . . . . 3-32
Relative Grenzwerte . . . . . 3-36
Weitere Grenzwertlinienfunktionen . . . . . 3-37
Weitere Hinweise zu Grenzwerttests . . . . . 3-39

Automatische Referenzpunkt-Nachführung . . . . . 3-42
Nachführung des Meßkurvenmaximums . . . . . 3-43
Nachführung einer Frequenz . . . . . 3-44

Anpassen der Bildschirmdarstellung . . . . . 3-45

# Inhaltsverzeichnis


"Split Display"-Funktion . . . . . 3-46
Ein-/Ausschalten von Anzeigeelementen. . . . . 3-47
Modifizieren von Anzeigefeldern . . . . . 3-48
Maximieren des Meßdiagramms . . . . . 3-52

Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse . . . . . 3-55
Abspeichern der Geräteeinstellung . . . . . 3-57
Abrufen gespeicherter Daten von einer Diskette oder aus dem Internspeicher3-60
Weitere Dateifunktionen . . . . . 3-64
Verzeichnisfunktionen . . . . . 3-66
Formatieren einer Diskette . . . . . 3-68

Anschließen und Konfigurieren eines Druckers oder Plotters . . . . . 3-69
Auswahl eines kompatiblen Druckers oder Plotters. . . . . 3-69
Auswählen eines geeigneten Schnittstellenkabels . . . . . 3-70
Anschließen des Druckers oder Plotters . . . . . 3-71
Konfigurieren der Hardcopy-Schnittstelle . . . . . 3-72
Drucker/Plotter-Einstellungen definieren. . . . . 3-74

Ausdrucken oder Plotten von Meßergebnissen . . . . . 3-79
Auswählen des Ausgabe-Ports . . . . . 3-79
Ausgabe definieren . . . . . 3-80

Verwendung einer externen Tastatur . . . . . 3-84
Anschließen der Tastatur . . . . . 3-84
Verwendung der Tastatur zum Editieren . . . . . 3-84
Steuerung des Analysators über die externe Tastatur . . . . . 3-85

Verwendung eines externen VGA-Bildschirms . . . . . 3-88
Verändern der Farbzuordnung für externen Monitor. . . . . 3-88
Synchronisieren des Bildschirms und Einstellen der Bildlage . . . . 3-90

# Inhaltsverzeichnis


**4. Optimieren von Messungen**

Einführung . . . . . 4-2

Erhöhen der Wobbelgeschwindigkeit . . . . . 4-3
- Erhöhen der Start-Frequenz . . . . . 4-3
- Wahl der Betriebsart “Sweep Time AUTO” . . . . . 4-4
- Vergrößern der Systembandbreite . . . . . 4-4
- Verringerung des “Average Factor” . . . . . 4-5
- Reduktion der Anzahl der Meßpunkte . . . . . 4-5
- Abschalten eines Kanals . . . . . 4-6
- Abschalten der “Alternate Sweep”-Funktion . . . . . 4-7
- Abschalten der Marken und der “Marker Tracking”-Funktionen . . . 4-7
- Abschalten der “Spur Avoid”-Funktion . . . . . 4-8
- Vermeiden von Bandumschaltungen (nur HP 8714ET)4-8

Vergrößern des Dynamikbereichs . . . . . 4-9
- Vergrößern des Empfänger-Eingangspegels . . . . . 4-9
- Reduzieren des Eigenrauschens . . . . . 4-10

Verringern des Rauschens . . . . . 4-12
- Rauschreduktion durch Meßdatenmittelung . . . . . 4-12
- Rauschreduktion durch Verringern der Systembandbreite . . . . . 4-12
- Unterdrückung interner Nebenwellen . . . . . 4-13

Verringern der Anpassungsfehler . . . . . 4-15
- Reduktion der Anpassungsfehler bei Reflexionsmessungen . . . . . 4-15
- Reduktion der Anpassungsfehlern bei Transmissionsmessungen . 4-16
- Verringern der Anpassungsfehler bei kombinierten Reflexions- und Transmissionsmessungen . . . . . 4-16

Kompensieren von Phasenverschiebungen innerhalb der Meßanordnung . . . . . 4-17
- Referenzebenenverschiebung . . . . . 4-17
- Elektrische Verzögerung . . . . . 4-19

Messungen an Bauteilen mit großer elektrische Länge . . . . . 4-20

# Inhaltsverzeichnis

**5. Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung**

Einführung . . . . . 5-2

Grundlagen der Kalibrierung . . . . . 5-2
Referenzebene für die Kalibrierung. . . . . 5-6

Standardmäßige und benutzerdefinierte Kalibrierung . . . . . 5-7
Wann eine Standard-Kalibrierung ausreicht . . . . . 5-7
Wann eine benutzerdefinierte Kalibrierung erforderlich ist . . . . . 5-7

Auswahl des Kalibrierverfahrens . . . . . 5-8
Laden der Kalibrierdaten aus einer früheren Kalibrierung. . . . . 5-11
Einfluß der Preset-Operation auf die Kalibrierung . . . . . 5-12
Durchführung einer Normierungskalibrierung . . . . . 5-12
Durchführung einer Transmissionskalibrierung . . . . . 5-13
Durchführung einer Reflexionskalibrierung . . . . . 5-15
Durchführung einer Mischdämpfungskalibrierung . . . . . 5-16

Kalibrier-Kits . . . . . 5-18
Auswählen eines Kalibrier-Kits . . . . . 5-18
Erstellen eines benutzerdefinierten Kalibrier-Kits . . . . . 5-19

Abspeichern und Wiederabrufen der Kalibrierung . . . . . 5-27
Abspeichern der Kalibrierung . . . . . 5-27
Wiederabruf der Kalibrierung . . . . . 5-28

Überprüfen der Kalibrierung . . . . . 5-29
“Calibration Check” zur Analyse und Fehlerdiagnose . . . . . 5-29
Durchführung eines “Calibration Check” . . . . . 5-30
Beschreibungen der Fehlerterme und typische Werte . . . . . 5-32

Gewährleistung . . . . . 5-41
Weitere Hinweise . . . . . 5-42

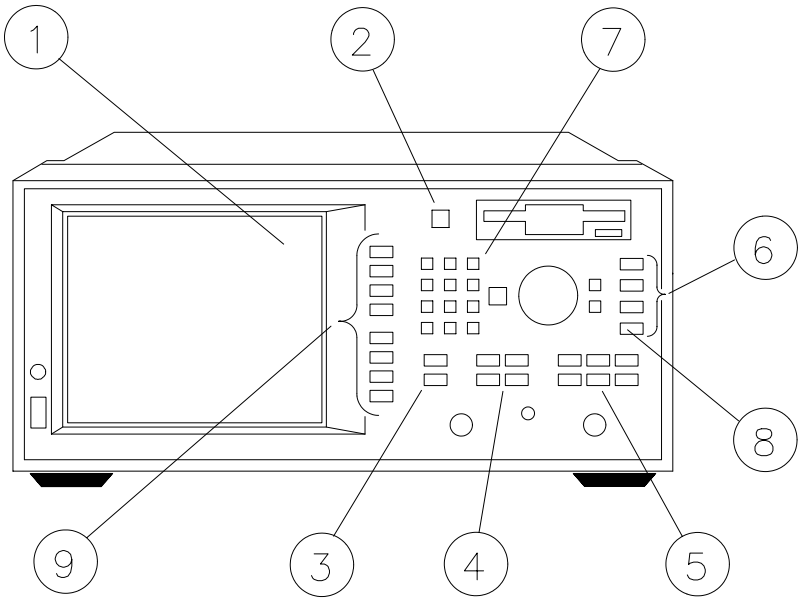
Geschäftsstellen und Service-Zentren von Hewlett-Packard . . . . . 5-43

# 1 Inbetriebnahme

# Einführung

Die Netzwerkanalysatoren HP 8712ET und HP 8714ET sind einfach zu benutzende, voll-integrierte Systeme zum Testen von HF-Bauteilen. Jedes dieser Modelle enthält eine Synthesizer-Signalquelle, einen Empfänger mit großem Dynamikbereich und ein integriertes Testset. Die Bedienungselemente sind nach Funktionsblöcken gruppiert, und die aktuellen Einstellungen werden auf dem Bildschirm angezeigt. Dieser Abschnitt beschreibt den Aufbau der Frontplatte sowie die Eingabe von Meßparametern.

**Abbildung 1-1 Frontplatte des Netzwerkanalysators**




po648b

# Übersicht über die Frontplatte

| | |
|---|---|
| **1** Bildschirm | Der Analysator besitzt einen großen Bildschirm zur Darstellung von Meßkurven, Marken, Grenzwertlinien, IBASIC- (Instrument BASIC) Programmcode, Softkey-Menüs und Meßparametern. |
| **2** BEGIN | Die Taste BEGIN vereinfacht das Einstellen des Analysators für die jeweilige Meßaufgabe. Mit der Taste BEGIN können Sie die wichtigsten Meßparameter schnell und einfach für Messungen an bestimmten Bauteiltypen (beispielsweise Filter, Verstärker oder Mischer) initialisieren. Wenn Sie beispielsweise für eine Transmissionsmessung den Bauteiltyp `Filter` wählen, wird der Analysator in die Betriebsart Schmalband-Detektor geschaltet, die sich durch einen besonders großen Dynamikbereich auszeichnet. Wenn Sie dagegen den Bauteiltyp `Mixer` wählen, wird der Analysator in die Betriebsart Breitband-Detektor geschaltet, die Messungen an frequenzumsetzenden Baugruppen ermöglicht. Auf diese Weise können Sie auch als unerfahrener Benutzer den Analysator mit nur vier Tastendrücken für Ihre Messung konfigurieren. |
| **3** MEAS | Diese Taste dient zur Wahl der Meßfunktion für den jeweiligen Meßkanal. Sie haben die Wahl zwischen folgenden Meßfunktionen: Transmission, Reflexion, Leistung, Mischdämpfung oder Multiport (für Messungen in Verbindung mit einem Multiport-Testset wie z. B. HP 87075C). |
| **4** SOURCE | Diese Tasten dienen zur Wahl von Signalquellen-Parametern wie z. B. Wobbelbandbreite oder Ausgangspegel. Außerdem können Sie mit diesen Tasten die Wobbelzeit, die Anzahl der Meßpunkte und die Wobbel-Triggerbedingung wählen. |
| **5** CONFIGURE | Diese Tasten dienen zum Konfigurieren der Empfänger- und Bildschirm-Parameter. Hierzu zählen beispielsweise die Empfängerbandbreite, die Anzahl der zur Meßkurvenmittelung herangezogenen Meßpunkte, die Skalierung und das Darstellungsformat, die Markenfunktionen und die Kalibrierfunktionen. |
| **6** SYSTEM | Diese Tasten dienen zur Steuerung übergeordneter Systemfunktionen. Hierzu zählen beispielsweise die Preset-, Save/Recall- und Druckfunktionen. Auch die HP-IB Parameter und der IBASIC-Controller werden über diese Systemtasten gesteuert. |
| **7** Zifferntastatur | Über die Zifferntastatur können Sie einen bestimmten Wert für einen zuvor gewählten Parameter direkt eingeben. Die Eingabe ist durch Drücken der Taste ENTER oder eines Maßeinheit-Softkeys abzuschließen. Alternativ können Sie den aktuellen Wert mit Hilfe des Drehknopfs kontinuierlich verändern oder mit Hilfe der Tasten ⇧ ⇩ schrittweise verändern. |
| **8** HARDKEYS | Hardkeys sind (im Gegensatz zu Softkeys) Tasten mit fest vorgegebenen Funktionen. Sie werden im folgenden kurz als “Tasten” bezeichnet und im Text durch ein Kästchen symbolisiert. Beispiel: PRESET. |
| **9** **Softkeys** | Softkeys sind Tasten, deren Funktionen vom jeweiligen Betriebszustand des Analysators abhängig sind und von der Firmware vorgegeben werden. Die Softkeys befinden sich unmittelbar rechts vom Bildschirm und sind unbeschriftet. Die jeweiligen Funktionen werden auf dem Bildschirm angezeigt. Softkey-Bezeichnungen werden im Text grau unterlegt dargestellt. Beispiel: **Sweep Time** . |

# Eingeben von Meßparametern

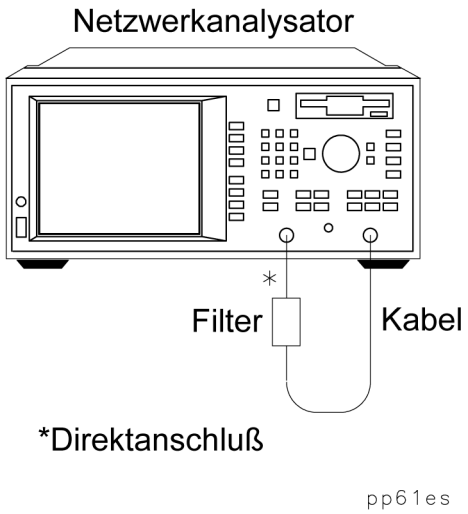
Dieser Abschnitt beschreibt, wie Sie Meßparameter in den Netzwerkanalysator eingeben.

**HINWEIS** Sie können die gewünschten Meßparameter wahlweise über die Zifferntastatur, mit Hilfe der Tasten (Pfeiltasten) oder mit Hilfe des Drehknopfs eingeben.

**HINWEIS** Wenn Sie in diesem Handbuch aufgefordert werden, nacheinander mehrere Ziffern einzugeben, so sind diese – der Übersichtlichkeit halber – als eine einzige Taste dargestellt. Wenn Sie beispielsweise zur Eingabe der Zahl –**42.5** aufgefordert werden, wird dies folgendermaßen dargestellt: [–42.5]. Drücken Sie zur Eingabe dieses Wertes nacheinander folgende Tasten:[–] [4] [2] [.] [5].

Die folgenden Beispiele setzen voraus, daß das Filter und das Kabel, die mit dem Analysator geliefert wurden, gemäß Abbildung 1-2 am Analysator angeschlossen sind.

**Abbildung 1-2 Anschluß des Filters an den Analysator**



### Analysator in die Grundeinstellung bringen

Drücken Sie (PRESET). Bei Betätigung der Taste (PRESET) wird der Analysator in eine definierte Grundeinstellung gebracht, die im folgenden als Preset-Einstellung bezeichnet wird. Die Preset-Einstellung ist folgendermaßen definiert:

| | |
|---|---|
| Frequenzbereich (HP 8712ET) | 0,3 bis 1300 MHz |
| Frequenzbereich (HP 8712ET) | 0,3 bis 3000 MHz |
| Ausgangspegel[1] | 0 dBm |
| Meßfunktion für Kanal 1 | “Transmission” |
| Meßfunktion für Kanal 2 | “Off” |
| Format | “Log Magnitude” |
| Anzahl der Meßpunkte | 201 |
| Wobbelzeit | “Auto” |
| Skalierung | 10 dB/div |
| Referenzpegel | 0 dB |
| Systembandbreite | “Medium wide” |

1. Bei Bedarf können Sie für die Ausgangsleistung einen von 0 dBm abweichenden Preset-Wert vorgeben. Siehe “Meßsignalpegel eingeben” weiter unten in diesem Kapitel.

**HINWEIS**

Die von Ihnen eingegebenen Meßparameter werden nichtflüchtig gespeichert. Nach dem Aus- und Wiedereinschalten wird der Analysator automatisch wieder in die Einstellung gebracht, in der er sich zuletzt befand.

**Frequenzbereich eingeben**

1. Rufen Sie durch Drücken der Taste (FREQ) das Menü mit den Frequenz-Softkeys auf.
2. Ändern Sie die Start-Frequenz auf 10 MHz ab; drücken Sie hierzu **Start** (10) **MHz**.
3. Ändern Sie die Stop-Frequenz auf 900 MHz ab; drücken Sie hierzu **Stop** (900) **MHz**.
4. Alternativ können Sie den Frequenzbereich auch mit Hilfe der Tasten **Center** (Mittenfrequenz) und **Span** (Wobbelbandbreite) einstellen. Wenn Sie beispielsweise die Mittenfrequenz auf 160 MHz und die Wobbelbandbreite auf 300 MHz einstellen, entspricht dies einem Frequenzbereich von 10 bis 310 MHz.

**HINWEIS**

Schließen Sie Frequenzeingaben stets mit dem passenden Maßeinheit-Softkey ab. Wenn Sie eine Frequenzeingabe mit der Taste (ENTER) abschließen, geben Sie dadurch implizit die Standard-Maßeinheit Hz ein.

Die dargestellte Frequenzauflösung ist standardmäßig kHz.Sie können die Auflösung abändern, indem Sie (FREQ) **Disp Freq Resolution** drücken und anschließend eine andere Auflösung wählen.

**Meßsignalpegel eingeben**

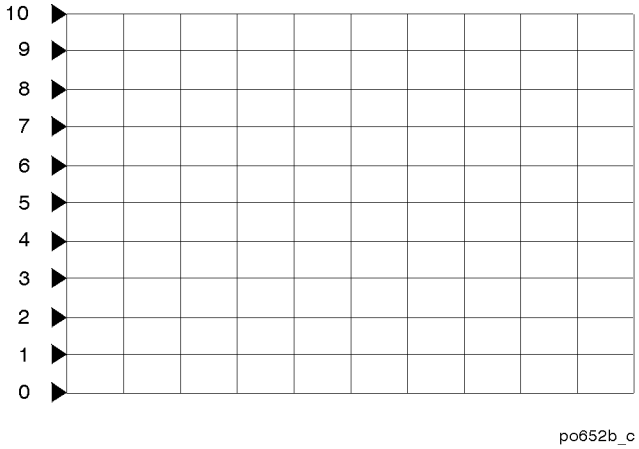
1. Rufen Sie durch Drücken der Taste (POWER) das Menü mit den Signalpegel-Softkeys auf.
2. Um den Meßsignalpegel auf 3 dBm abzuändern, drücken Sie **Level** (3) und **dBm** oder (ENTER).
3. Um den Meßsignalpegel auf -1,6 dBm abzuändern, drücken Sie **Level** (–1.6) **dBm** oder (ENTER).
4. Um den Preset-Meßsignalpegel abzuändern, drücken Sie **Pwr Level at Preset** (2.5) und **dBm** oder (ENTER). Diese Eingabe hat keine Auswirkung auf den aktuellen Meßsignalpegel.

**Meßkurve skalieren**

1. Rufen Sie durch Drücken der Taste (SCALE) das Menü mit den Skalierungs-Softkeys auf.
2. Damit die gesamte Meßkurve auf dem Bildschirm dargestellt wird, drücken Sie zunächst **Autoscale**.
3. Ändern Sie die Amplitudenskalierung auf 5 dB/div (5 dB/Skalenteil) ab; drücken Sie hierzu **Scale/Div** (5) **Enter**.

4. Verschieben Sie die Referenzposition (die durch das Symbol ▶ am linken Bildschirmrand dargestellt wird) auf die zweite Gitterrasterlinie von oben; drücken Sie hierzu **Reference Position** 9 **Enter** . Abbildung 1-3 zeigt die den verschiedenen Referenzpositionen zugeordneten Nummern.
5. Ändern Sie den Meßsignalpegel auf 0 dBm ab; drücken Sie hierzu **Reference Level** 0 **Enter** .

**Abbildung 1-3 Referenzpositionen**




### Meßkanal und Meßfunktion wählen

Mit den Tasten MEAS 1 und MEAS 2 können Sie jeweils einen der beiden Meßkanäle aktivieren; “aktiv” bedeutet, daß Sie anschließend die Meßparameter für diesen Kanal eingeben können. Der jeweils aktive Kanal wird heller als der inaktive Kanal dargestellt. Alle Änderungen an Meßparametern betreffen stets nur den aktiven Kanal. (Bestimmte Meßparameter gelten stets für beide Kanäle. Wenn Sie einen solchen Meßparameter verändern, wirkt sich dies auch auf den inaktiven Kanal aus.)

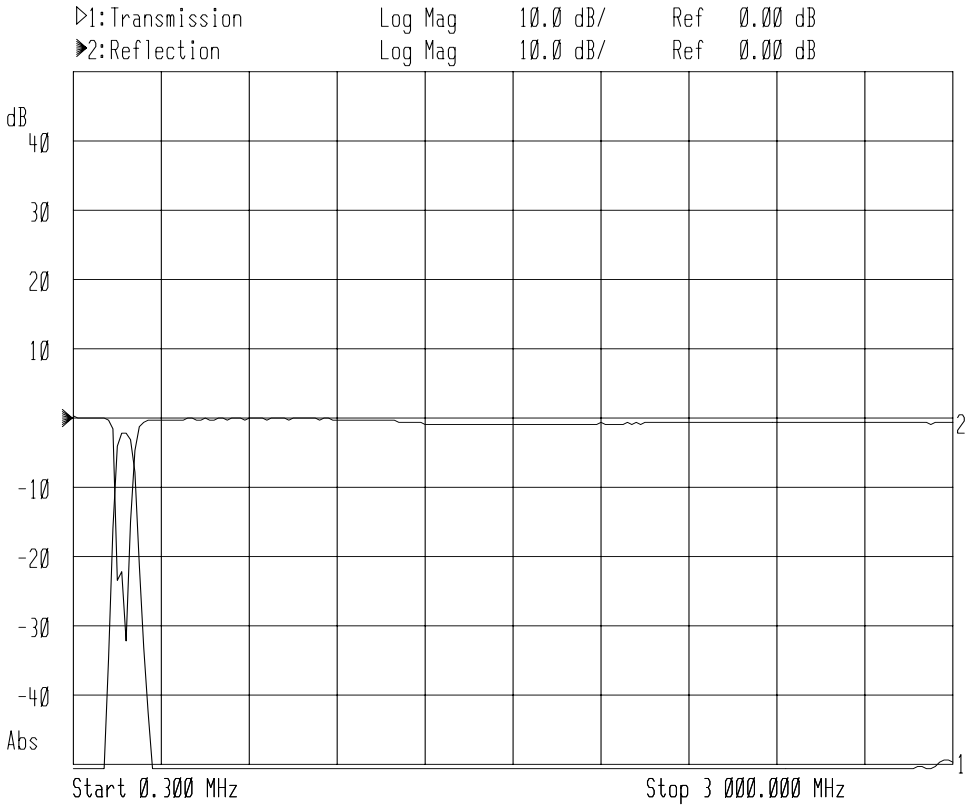
1. Konfigurieren Sie den Analysator für eine Transmissionsmessung in Kanal 1 und eine Reflexionsmessung in Kanal 2. Drücken Sie hierzu folgende Tasten:

   PRESET MEAS 1 **Transmissn**

   MEAS 2 **Reflection**

2. Auf dem Bildschirm werden jetzt die Meßkurven beider Kanäle dargestellt. Beachten Sie, daß die Meßkurve des aktiven Kanals (Kanal 2) heller ist als die des inaktiven Kanals (Kanal 1). Siehe Abbildung 1-4.

**Abbildung 1-4 Gleichzeitige Darstellung beider Kanäle**

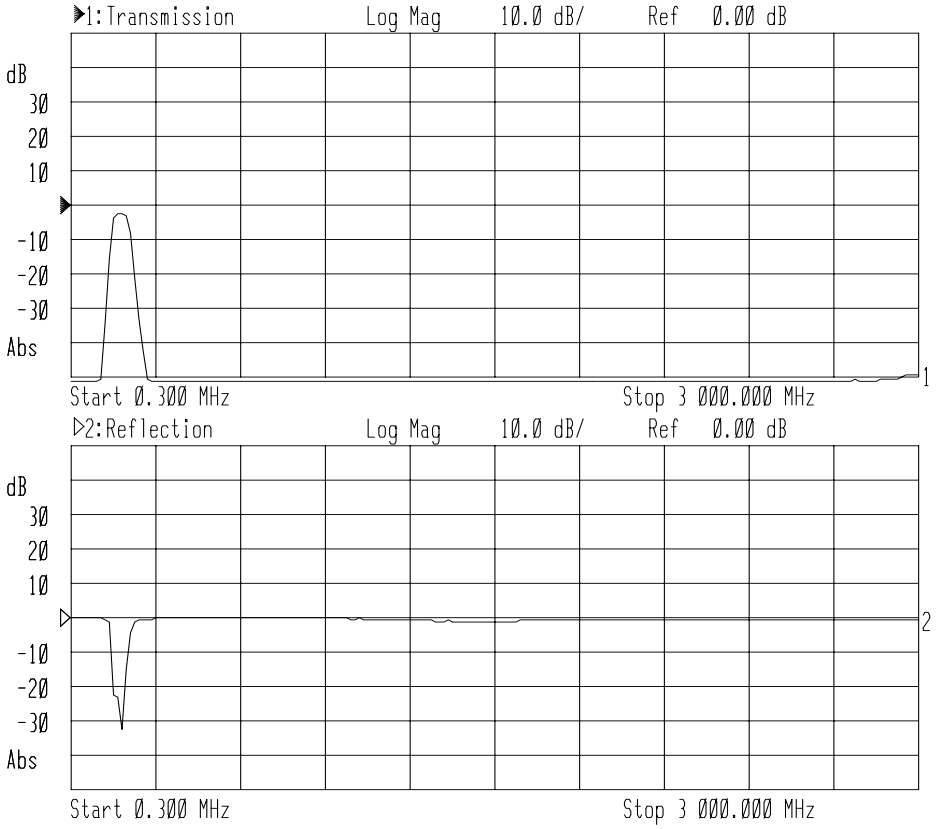



**Darzustellenden Kanal oder darzustellende Kanäle wählen**

3. Wenn nur die Reflexionsmessung in Kanal 2 dargestellt werden soll, drücken Sie (MEAS 1) **Meas OFF** .
4. Wenn wieder beide Messungen dargestellt werden sollen, drücken Sie (MEAS 1).

5. Wenn die beiden Kanäle in unterschiedlichen Fenstern dargestellt werden sollen, drücken Sie (DISPLAY) **More Display** **Split Disp FULL split** . Siehe Abbildung 1-5, “Betriebsart “Split Display””.

**Abbildung 1-5 Betriebsart “Split Display”**




Sie haben soeben gelernt, wie Sie die wichtigsten Meßparameter eingeben und die Bildschirmdarstellung für die jeweilige Meßaufgabe optimieren. Als nächstes können Sie entweder die nachfolgend beschriebene Funktionsprüfung durchführen oder mit Kapitel 2, “Durchführung von Messungen,” fortfahren, in dem die verschiedenen Meßfunktionen ausführlich beschrieben werden.

# Funktionsprüfung

Die nachfolgend beschriebene Funktionsprüfung sollten Sie nach der ersten Inbetriebnahme des Gerätes durchführen oder immer dann, wenn Sie sich davon überzeugen möchten, daß der Analysator ordnungsgemäß funktioniert. Bei dieser Funktionsprüfung wird nicht kontrolliert, ob das Gerät den Spezifikationen entspricht. Wenn das Gerät sämtliche Tests besteht, ist jedoch mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß es auch die Spezifikationen einhält.

Die Funktionsprüfung umfaßt folgende Messungen unter Verwendung des mitgelieferten Kabels.

- Transmission
- Pegel (breitbandig)
- Reflexion
- Reflexion (mit einer 50 Ω- oder 75 Ω-Last anstellen des Kabels)

## Benötigtes Meßzubehör

Für die Funktionsprüfung benötigen Sie folgendes Meßzubehör:

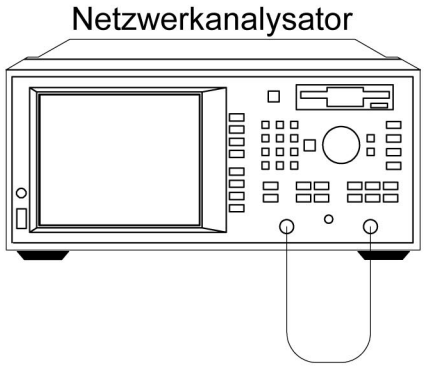
- Das mitgelieferte oder ein gleichwertiges Kabel. Das Kabel sollte im Frequenzbereich bis 1,3 GHz eine Einfügedämpfung ≤0,5 dB und im Frequenzbereich von 1,3 bis 3.0 GHz eine Einfügedämpfung ≤0,75 dB aufweisen.
- Einen präzisen (50 Ω)- oder (75 Ω)-Lastwiderstand (je nach Systemimpedanz Ihres Analysators) mit > 40 dB Rückflußdämpfung, beispielsweise aus dem Kalibrier-Kit HP 85032B/E (50 Ω) oder HP 85036B/E (75 Ω).

## Durchführung einer Transmissionsmessung

1. Schließen Sie das Kabel gemäß Abbildung 1-6 an. Verwenden Sie das mitgelieferte Kabel oder ein gleichwertiges Kabel.

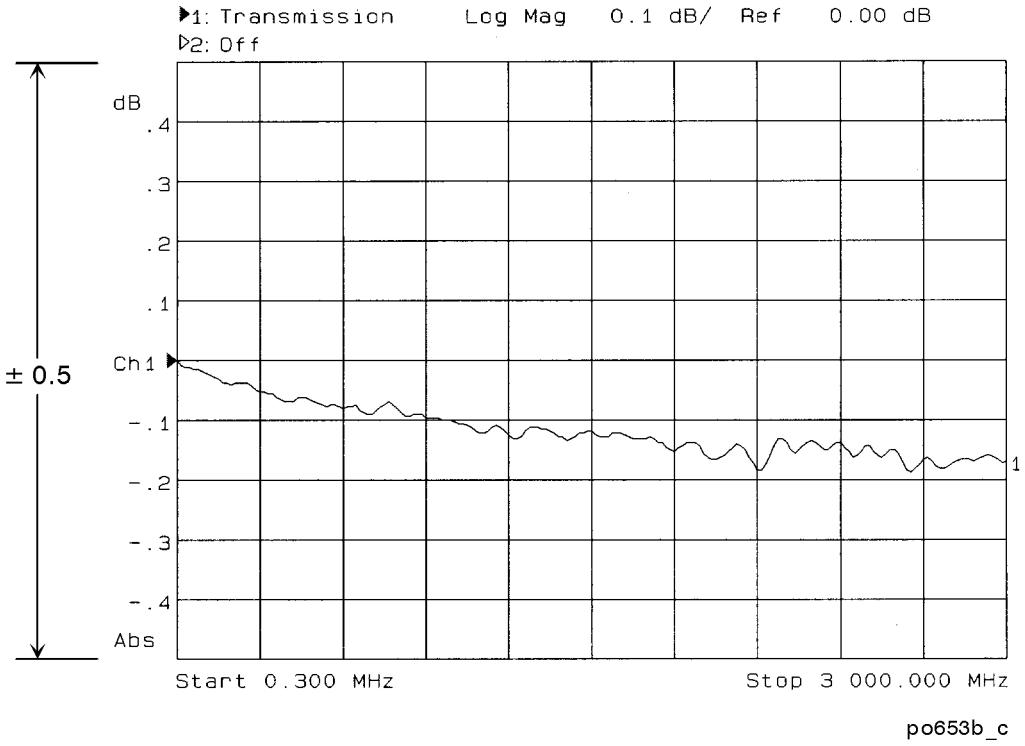
**HINWEIS** Beachten Sie, daß die Qualität des Kabels die Meßgenauigkeit beeinflußt. Stellen Sie deshalb sicher, daß das Kabel den unter "Benötigtes Meßzubehör" genannten Anforderungen entspricht.

**Abbildung 1-6 Meßanordnung für die Funktionsprüfung**




2. Drücken Sie (PRESET) (SCALE) (.1) **Enter** .
3. Drücken Sie (POWER) (0) **dBm** .
4. Drücken Sie (CAL) **Default Response** .
5. Vergewissern Sie sich, daß die Meßkurve innerhalb des Bereichs ±0,5 dB liegt. Abbildung 1-7 zeigt ein typisches Ergebnis für den HP 8714ET. Beim HP 8712ET sollte die Meßkurve ähnlich aussehen, aber bei 1300 MHz enden.

**Abbildung 1-7 Ergebnis der Transmissionsmessung**



# Breitbandige Pegelmessung

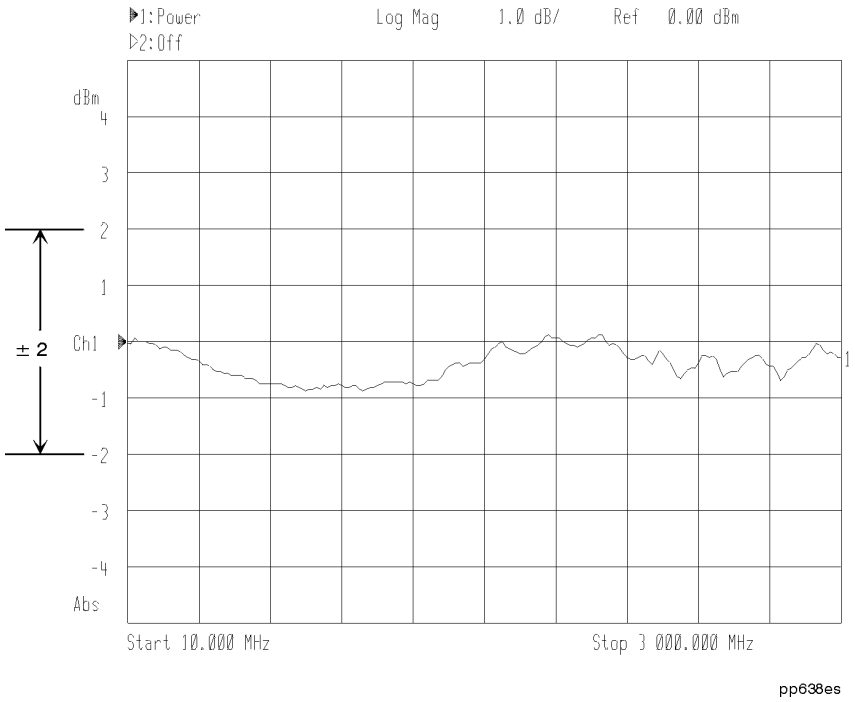
1. Lassen Sie das Kabel gemäß Abbildung 1-6 am Analysator angeschlossen.

**HINWEIS**

Beachten Sie, daß die Qualität des Kabels die Meßgenauigkeit beeinflußt. Stellen Sie deshalb sicher, daß das Kabel den unter "Benötigtes Meßzubehör" genannten Anforderungen entspricht.

2. Drücken Sie (MEAS 1) **Power** (FREQ) **Start** (10) **MHz** (SCALE) (1) **Enter** .
3. Drücken Sie (POWER) (0) **dBm** (falls dies nicht schon bei der vorigen Messung geschehen ist).
4. Vergewissern Sie sich, daß die Meßkurve um nicht mehr als ±2 dB von 0 dBm abweicht. Abbildung 1-8 zeigt ein typisches Ergebnis für den HP 8714ET. Beim HP 8712ET sollte die Meßkurve ähnlich aussehen, aber bei 1300 MHz enden.

**Abbildung 1-8 Ergebnis der breitbandigen Pegelmessung**



# Durchführung einer Reflexionsmessung

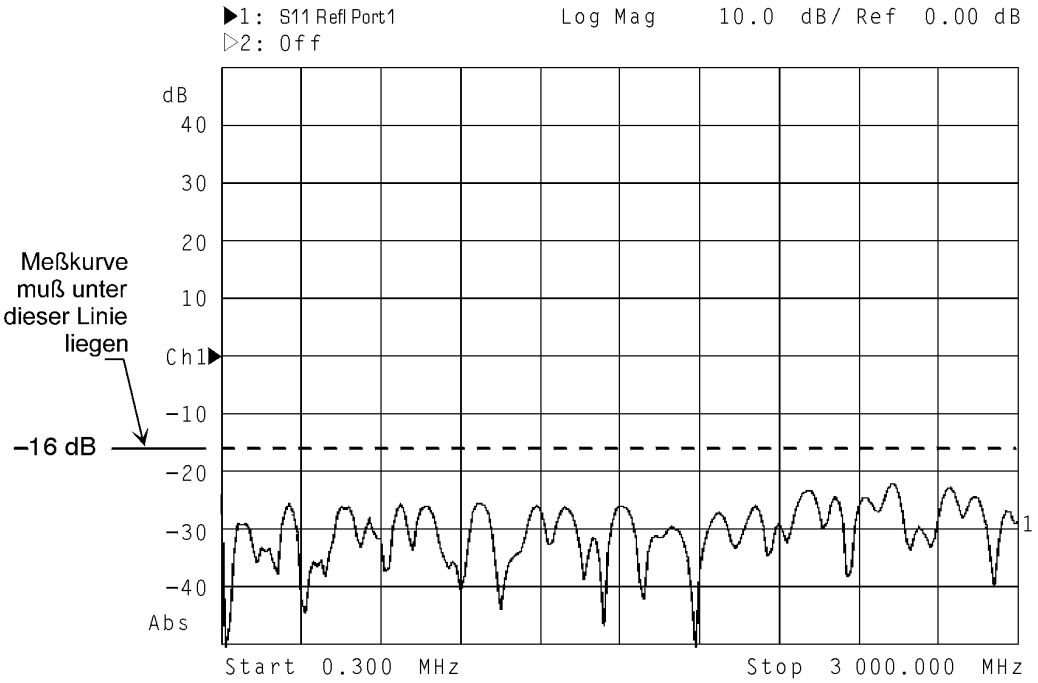
1. Lassen Sie das Kabel gemäß Abbildung 1-6 am Analysator angeschlossen.

**HINWEIS**

Beachten Sie, daß die Qualität des Kabels die Meßgenauigkeit beeinflußt. Stellen Sie deshalb sicher, daß das Kabel den unter "Benötigtes Meßzubehör" genannten Anforderungen entspricht.

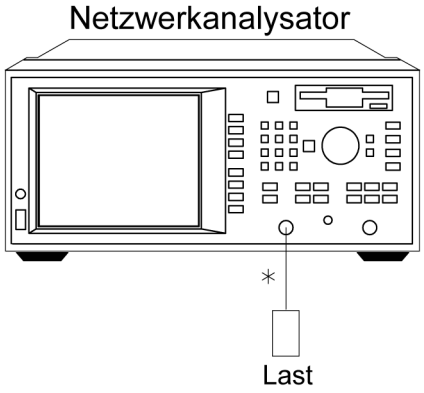
2. Drücken Sie (PRESET) (MEAS 1) **Reflection** (SCALE) (10) **Enter** .
3. Drücken Sie (POWER) (0) **dBm** .
4. Drücken Sie (CAL) **Default 1-Port** .
5. Vergewissern Sie sich, daß die Meßkurve vollständig unterhalb der –16 dB-Linie liegt. Abbildung 1-9 zeigt ein typisches Ergebnis für den HP 8714ET. Beim HP 8712ET sollte die Meßkurve ähnlich aussehen, aber bei 1300 MHz enden.

**Abbildung 1-9 Ergebnis der Reflexionsmessung**



6. Schließen Sie anstelle des Kabels einen hochwertigen Impedanzabschluß an den Ausgang RF OUT an (siehe Abbildung 1-10).

**Abbildung 1-10 Anschluß einer Last**




pp63es

7. Vergewissern Sie sich, daß die Meßkurve vollständig unterhalb der –30 dB-Linie liegt. Falls die Meßkurve "außerhalb des Bildschirms" liegt, drücken Sie (SCALE) **Reference Level** und so oft (▽), bis die Meßkurve vollständig zu sehen ist.

Damit ist die Funktionsprüfung abgeschlossen. Wenn Sie möchten, können Sie sicherheitshalber noch weitere Tests durchführen:

- Messen Sie den Frequenzgang eines Filters, dessen Frequenzgang Sie früher schon einmal gemessen und dokumentiert haben, und vergleichen Sie die aktuelle Meßkurve mit der früheren. (Ein 175 MHz-Filter wird mit dem Analysator geliefert). Achten Sie dabei sowohl auf die Frequenzgenauigkeit als auch auf das Grundrauschen.
- Überprüfen Sie in der Betriebsart "Conversion Loss" (B*/R*) den breitbandig gemessenen Frequenzgang des Filters.
- Falls die Frequenzgenauigkeit des Analysators in Ihrer Anwendung kritisch ist, messen Sie mit Hilfe der Frequenzzählerfunktion die Ihnen bekannte Frequenz eines CW-Signals. Die Abweichung sollte nicht mehr als ±,005% betragen (beispielsweise ± 2500 Hz bei 500 MHz). Achten Sie darauf, daß der Analysator sich dabei in der Betriebsart "Trigger-hold" befindet (drücken Sie (MENU) **Trigger Hold**).

## Falls der Analysator die Funktionsprüfung nicht besteht

Wiederholen Sie zunächst die Funktionsprüfung unter Verwendung eines anderen Kabels und eines anderen Impedanzabschlusses, um sicherzustellen, daß die beobachteten Abweichungen nicht auf diese Bauteile zurückzuführen sind. Falls Ihr Analysator die Funktionsprüfung immer noch nicht besteht, muß er kalibriert oder repariert werden. Wenden Sie sich in diesem Fall an eine HP-Geschäftsstelle. Die Adresse der nächstgelegenen HP-Geschäftsstelle entnehmen Sie bitte der Tabelle 5-3 in Kapitel 5. Wenn Sie Ihren Analysator an Hewlett-Packard einsenden, füllen Sie bitte das im *Service Guide* enthaltene blaue Reparaturetikett aus, und bringen Sie es am Analysator an.

# 2 Durchführung von Messungen

# Einführung

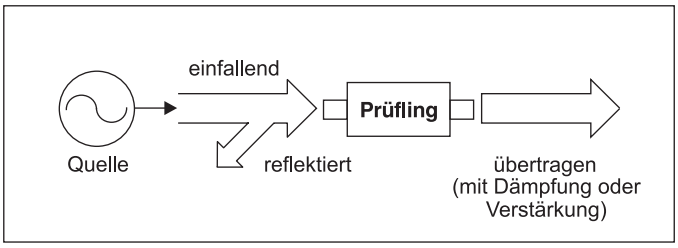
Dieses Kapitel gibt zunächst eine Einführung in die Grundlagen von Netzwerkanalysator-Messungen. Danach wird der typische Ablauf einer Messung beschrieben. Anschließend wird gezeigt, wie Sie mit der BEGIN Taste den Analysator schnell und einfach konfigurieren können. Zuletzt werden folgende Messungen ausführlich beschrieben:

- Transmissions-Frequenzgang
- Reflexions-Frequenzgang
- Pegel (breitbandig)
- Mischdämpfung
- Messungen über den Hilfseingang
- Gruppenlaufzeit
- Impedanz (Darstellung als Smith-Diagramm)
- Impedanz (Darstellung des Betrags)

# Bauteilmessungen mit einem Netzwerkanalysator

Dieser Abschnitt vermittelt allgemeine Informationen über Bauteilmessungen mit einem Netzwerkanalysator. Der Analysator enthält eine HF-Signalquelle, mit deren Ausgangssignal der Prüfling stimuliert wird. Ein Teil der Signalenergie wird vom Prüfling durchgelassen (transmittiert), ein weiterer Teil wird reflektiert. Bei passiven Bauteilen wird außerdem ein Teil der Signalenergie absorbiert. Bei aktiven Bauteilen mit Verstärkerwirkung erfährt das durchgelassene Signal eine Verstärkung. Abbildung 2-1 verdeutlicht diese Zusammenhänge.

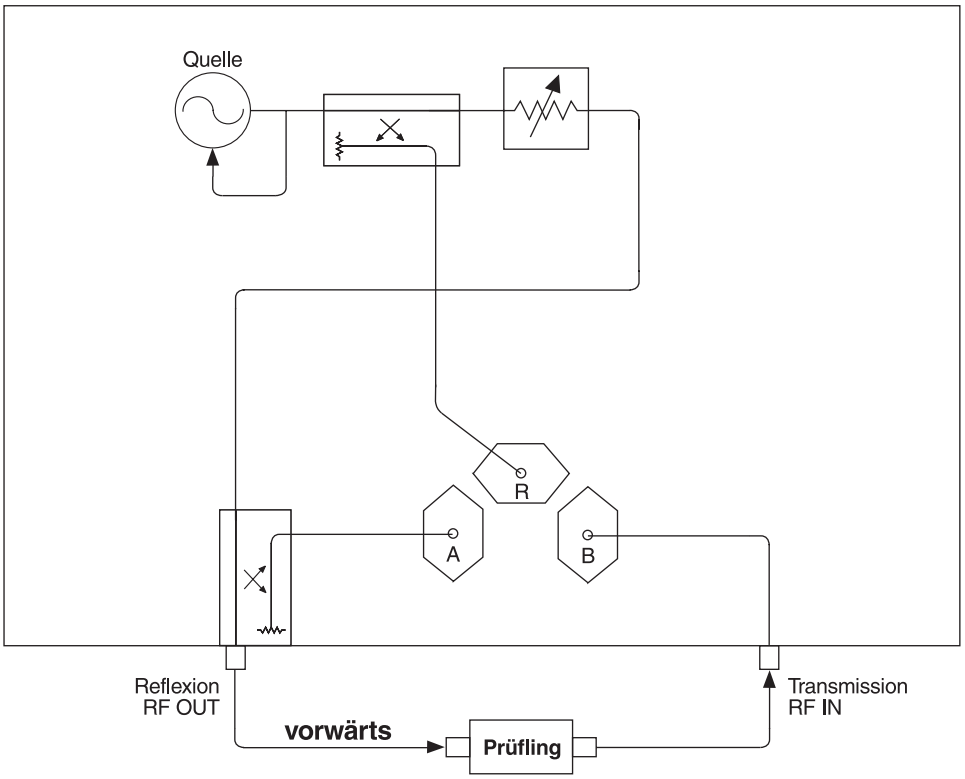
**Abbildung 2-1 Reaktion eines Prüflings auf ein HF-Signal**




pp639es

Die nachfolgenden Erläuterungen zu Detektor-Betriebsarten werden durch Abbildung 2-2 veranschaulicht. Das zum Analysatoreingang B durchgelassene Signal und das in den Analysatoreingang A eingespeiste reflektierte Signal werden beide relativ zum einfallenden Signal gemessen. Zu diesem Zweck wird ein kleiner Teil der einfallenden Signalenergie innerhalb des Testsets ausgekoppelt und als Referenzsignal verwendet; das Referenzsignal wird in den Analysatoreingang R eingespeist.Die Frequenz des Stimulussignals wird gewobbelt, und auf dem Bildschirm des Analysators wird der Frequenzgang der interessierenden Größe (beispielsweise Transmission oder Reflexion) dargestellt. Abbildung 2-2 zeigt die Analysatoreingänge für das transmittierte Signal, das reflektierte Signal und das Referenzsignal.

**Abbildung 2-2 Vereinfachtes Blockschaltbild**




pp612es

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich auf Abbildung 2-3. Der Netzwerkanalysator bietet zwei Detektorbetriebsarten zur Auswahl:

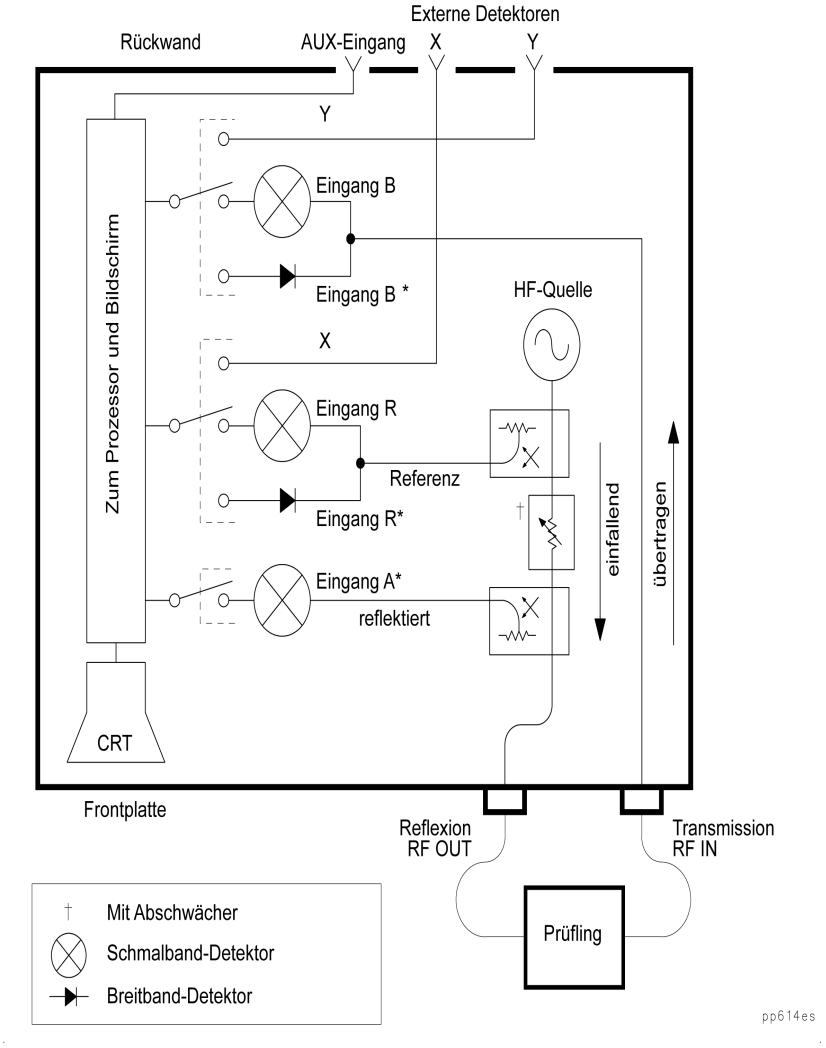
- Breitband-Detektorbetriebsart
- Schmalband-Detektorbetriebsart

Der Analysator enthält zwei Breitband-Detektoren: B* und R*. Alternativ können externe Breitband-Detektoren verwendet werden; diese sind an die X- und Y-Anschlüsse auf der Rückwand des Analysators anzuschließen. Wenn der Netzwerkanalysator sich in der Breitband-Detektorbetriebsart befindet, mißt er die Gesamtleistung aller an diesen Anschlüssen anliegenden Signale, unabhängig von deren Frequenz. Diese Betriebsart ermöglicht dadurch die Charakterisierung von frequenzumsetzenden Baugruppen wie z. B. Mischern, Empfängern oder

Tunern. In Abbildung 2-3 ist der Breitband-Detektoreingang für das transmittierte Signal als B* und der Breitband-Detektoreingang für das Referenzsignal als R* bezeichnet.

Wenn der Netzwerkanalysator sich in der Schmalband-Detektorbetriebsart befindet, wird der Empfänger automatisch der gewobbelten Stimulussignalfrequenz nachgeführt. Durch die geringere Empfängerbandbreite wird das Rauschen reduziert und der Dynamikbereich entsprechend erweitert. In Abbildung 2-3 ist der Schmalband-Detektoreingang für das transmittierte Signal als B bezeichnet und der Schmalband-Detektoreingang für das Referenzsignal als R.

**Abbildung 2-3 Blockschaltbild**



Die folgende Tabelle zeigt die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Meßfunktionen, Detektorbetriebsarten, Eingangskanälen und Signalen.

| Meßfunktion | Detektor-betriebsart | Eingangskanäle | Eingangssignale |
|---|---|---|---|
| Transmission | Schmalband | B/R | transmittiert/einfallend |
| Reflexion | Schmalband | A/R | reflektiert/einfallend |
| Pegel | Breitband | B* | transmittiert |
| Mischdämpfung | Breitband | B*/R* | transmittiert/einfallend |

## Abschwächung oder Verstärkung innerhalb der Meßanordnung

Manche Messungen erfordern die Verwendung eines Abschwächers oder eines Verstärkers. In den folgenden Abschnitten werden die beiden Fälle nacheinander untersucht.

### Wann ist ein Abschwächer erforderlich?

- Eine notwendige Voraussetzung für genaue Messungen ist, daß der Eingangspegel am Anschluß RF IN nicht mehr als +10 dBm (für schmalbandige Messungen) bzw. +16 dBm (für breitbandige Messungen) beträgt. Verwenden Sie gegebenenfalls einen externen Abschwächer, um den Eingangspegel auf diesen Wert zu reduzieren.

**VORSICHT**

Falls der Eingangspegel am Anschluß TRANSMISSION RF IN den maximal zulässigen Empfängereingangspegel von +20 dBm (±30 Vdc) überschreitet, ist die Verwendung eines Abschwächers *zwingend erforderlich*, da sonst der Empfänger beschädigt werden kann.

- Durch Verwendung eines Abschwächers am Eingang RF IN können Sie den Anpassungsfehler reduzieren. Weitere Informationen hierzu siehe unter "Verringern der Anpassungsfehler" in Kapitel 4.

### Wann ist ein Verstärker erforderlich?

- Wenn der Prüfling einen Eingangspegel erfordert, der über dem maximalen spezifizierten Ausgangspegel der analysatorinternen Signalquelle liegt, benötigen Sie für genaue Messungen einen Verstärker.

**HINWEIS**

Wenn sich im Signalweg zwischen dem Signalquellenausgang des Analysators und dem Prüfling ein Verstärker befindet, ist es nicht möglich, den Reflexions-Frequenzgang des Prüflings zu messen.

Der maximale spezifizierte Ausgangspegel ist von den installierten Optionen sowie vom Frequenzbereich Ihrer Meßanordnung abhängig. Er liegt im Bereich von +6 dBm bis +16 dBm.

## Wann sollte die Systemimpedanz-Einstellung verändert werden?

Ihr Netzwerkanalysator besitzt – je nach Ausführung – eine Systemimpedanz von 50 oder 75 Ohm. Selbstverständlich können Sie unter Verwendung von externen Impedanzwandlern (beispielsweise Minimaldämpfungsgliedern) auch Messungen an Prüflingen mit der jeweils anderen Systemimpedanz durchführen. In diesem Fall sollten Sie am Analysator die alternative Impedanz wählen, damit die Amplitudenwerte korrekt (nämlich auf die konvertierte Impedanz bezogen) angezeigt werden.

Ein Beispiel: Sie besitzen einen Analysator mit 50 Ohm Systemimpedanz und führen unter Verwendung von 50/75-Ohm-Minimaldämpfungsglieden eine Messung an einem 75-Ohm-Prüfling durch. In diesem Fall sollten Sie am Analysator die Einstellung 75 Ohm Systemimpedanz wählen, damit die Amplitudenwerte bezogen auf 75 Ohm angezeigt werden. Die am Analysator gewählte Systemimpedanz betrifft u. a. die Markenanzeigen, das Smith-Diagramm und SRL-Impedanzberechnungen. (Option 100).

Drücken Sie zum Ändern der Systemimpedanz folgende Tasten:

CAL

**More Cal**

**System Z0**

**50 Ω** oder **75 Ω**

Auch die internen Kalibrier-Kit-Parameter werden auf die gewünschte Systemimpedanz konvertiert.

## Typische Meßprozedur

Eine typische Messung umfaßt die vier nachfolgend beschriebenen Schritte.

**1. Schritt. Eingabe der Meßparameter**

Am einfachsten konfigurieren Sie den Analysator durch Drücken der Taste [BEGIN]. Der Analysator wählt dann automatisch eine für den gewählten Bauteiltyp passende Standardeinstellung. (Siehe "Konfigurieren des Analysators mit Hilfe der Taste BEGIN" weiter unten in diesem Kapitel.)

Falls Ihre Messung eine davon abweichende Einstellung erfordert (beispielsweise einen anderen Frequenzbereich, einen anderen Signalpegel, eine andere Anzahl von Meßpunkten oder eine andere Wobbelzeit), geben Sie die Meßparameter über die entsprechenden Tasten ein, statt die [BEGIN] Taste zu drücken. Siehe hierzu die Meßbeispiele weiter unten in diesem Kapitel.

**2. Schritt. Kalibrierung des Analysators**

Unter bestimmten Voraussetzungen liefert Ihr Analysator auch ohne benutzerdefinierte Kalibrierung genaue Meßergebnisse. In Kapitel 5, "Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung," wird erläutert, wann eine benutzerdefinierte Kalibrierung erforderlich ist.

**3. Schritt. Anschluß des Prüflings**

Schließen Sie den Prüfling (und gegebenenfalls das benötigte Meßzubehör) an den Analysator an. Beispiele für typische Meßanordnungen finden Sie weiter unten in diesem Kapitel.

**4. Schritt. Darstellung und Interpretation der Meßergebnisse**

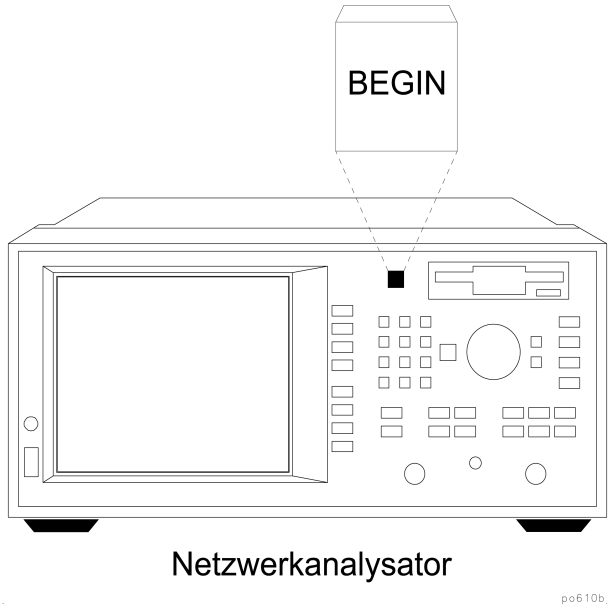
Wählen Sie mit Hilfe der Tasten [SCALE], [DISPLAY] und [FORMAT] das gewünschte Darstellungsformat.

Der Analysator bietet diverse Funktionen, welche die Auswertung der Meßergebnisse erleichtern, beispielsweise Marken, Grenzwertlinien oder Druckfunktion.

Unter Kapitel 3, "Benutzung der Gerätefunktionen," finden Sie ausführliche Informationen über die Anwendung der Funktionen zur Darstellung und Auswertung der Meßergebnisse.

# Konfigurieren des Analysators mit Hilfe der Taste BEGIN

**Abbildung 2-4 Die Taste BEGIN**




Mit der Taste BEGIN können Sie den Analysator (ausgehend vom PRESET Zustand) für Messungen an folgenden Bauteilen konfigurieren:

- Verstärker
- Filter
- Breitbandige passive Bauteile (beispielsweise Kabel)
- Mischer
- Lokalisierung von Kabelfehlern und strukurelle Rückflußdämpfungsmessung (nur Option 100)

Mit der Taste BEGIN können Sie den Analysator schnell und einfach für Messungen an einem bestimmten Bauteiltyp konfigurieren. Der Analysator führt Sie durch die Prozedur und nimmt automatisch die erforderlichen Einstellungen vor.

# Überblick über die Taste BEGIN

Mit der Taste BEGIN können Sie den Analysator in eine von mehreren Standardeinstellungen bringen, die jeweils auf einen bestimmten Bauteiltyp zugeschnitten sind.

Die Taste BEGIN zeigt zwei verschiedene "Verhaltensweisen", je nachdem, ob Sie einen *Bauteiltyp* oder eine *Meßfunktion* wählen.

### Wahl eines Bauteiltyps

Wenn Sie mit der Taste BEGIN einen Bauteiltyp wählen, geschieht folgendes:

- Der Analysator wird (mit Ausnahme der Extern-Referenz-Parameter und der Triggerbetriebsart) in die Preset-Einstellung gebracht.
- Es wird eine Wobbelung durchgeführt.
- Die Meßergebnisse werden automatisch skaliert.
- Eine Marke wird, je nach Art der Messung, auf das Maximum oder das Minimum der Meßkurve gesetzt.
- Die Marke wird aktiviert.
- Die Wobbelzeit wird angepaßt (gilt nur für Option 100).

Die Preset-Werte für die verschiedenen Meßfunktionen sind aus Tabelle 2-1, "Die verschiedenen BEGIN-Konfigurationen", ersichtlich.

### Wahl einer Meßfunktion

Nach der Wahl des Bauteiltyps können Sie mit Hilfe der Softkeys die gewünschte Meßfunktion wählen. Wenn Sie eine Meßfunktion wählen, wird der Analysator nicht automatisch in die Preset-Einstellung gebracht. Es wird vorausgesetzt, daß Sie einfach nur eine andere Meßfunktion wählen möchten und zuvor bereits einige Meßparameter (beispielsweise den Frequenzbereich oder den Signalpegel) gegenüber der Preset-Einstellung verändert haben und diese Parameter für die nachfolgenden Messungen beibehalten möchten.

**HINWEIS**

Die minimal zulässige Start-Frequenz für Breitband-Meßfunktionen (beispielsweise Pegel oder Mischdämpfung) beträgt 10 MHz. Wenn der aktuelle Wert der Start-Frequenz weniger als 10 MHz beträgt und Sie die Meßfunktion Pegel oder Mischdämpfung wählen, wird die Start-Frequenz automatisch auf 10 MHz abgeändert. Die Stop-Frequenz bleibt unverändert, es sei denn, sie war auf weniger als 10 MHz eingestellt.

**Auswirkungen der Taste BEGIN auf die Meßkanäle**

Die Taste BEGIN dient primär zum Konfigurieren des Kanals 1. Dennoch wirkt sie sich auch auf Kanal 2 aus.

Wenn Sie mit der Taste BEGIN einen *Bauteiltyp* wählen und Kanal 2 aktiv ist, wird Kanal 2 abgeschaltet und Kanal 1 aktiviert.

Wenn Sie mit der Taste BEGIN eine *Meßfunktion* wählen und Kanal 2 aktiv ist, bleibt Kanal 2 eingeschaltet *und* aktiv. In diesem Fall wird jedoch Kanal 1 für die gewünschte Meßfunktion konfiguriert, obwohl Kanal 2 der aktive Kanal ist.

## Konfigurieren des Analysators mit Hilfe der Taste BEGIN

Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie den Netzwerkanalysator für die gewünschte Messung konfigurieren.

1. Drücken Sie PRESET. Hierdurch wird der Analysator in eine definierte Grundeinstellung gebracht.
2. Drücken Sie BEGIN und wählen Sie anschließend per Softkey den zu messenden Bauteiltyp: Verstärker, Filter, breitbandiges passives Bauteil, Mischer oder (nur bei Geräten mit Option 100) Kabel.
3. Schließen Sie den Prüfling an den Analysator an.
4. Wählen Sie per Softkey die gewünschte Meßfunktion:
   - Drücken Sie **Transmissn**, wenn Sie die Transmissionscharakteristiken eines Verstärkers, Filters oder breitbandigen passiven Bauteils messen möchten.
   - Drücken Sie **Reflection**, wenn Sie die Reflexionscharakteristiken des Prüflings messen möchten.
   - Drücken Sie **Power**, wenn Sie den HF-Ausgangspegel des Prüflings messen möchten. (Der Softkey **Power** befindet sich im Menü **Amplifier**.)
   - Drücken Sie **Conversion Loss**, wenn Sie die Mischdämpfung des Prüflings messen möchten. (Der Softkey **Conversion Loss** befindet sich im Menü **Mixer**.)
   - Drücken Sie **SRL** (nur bei Geräten mit Option 100 verfügbar), wenn Sie die strukturelle Rückflußdämpfung eines Kabels messen möchten. (Der Softkey **SRL** befindet sich im Menü **Cable**.)

- Drücken Sie **Fault Location** (nur bei Geräten mit Option 100 verfügbar), wenn Sie einen Kabelfehler lokalisieren möchten. (Der Softkey **Fault Location** befindet sich im Menü **Cable** .)

Je nachdem, welche Meßfunktion Sie gewählt haben, befindet sich der Analysator jetzt in einer der nachfolgend aufgelisteten Konfigurationen. (Die Konfigurationen **SRL** und **Fault Location** werden im *Option 100 User's Guide Supplement* beschrieben.)

**Tabelle 2-1 Die verschiedenen BEGIN-Konfigurationen**

| | Transmission | Reflexion | Pegel | Mischdämpfung |
|---|---|---|---|---|
| **Frequenz-bereich (HP 8712ET)** | 0,300 MHz bis 1300 MHz | 0,300 MHz bis 1300 MHz | 10 MHz bis 1300 MHz | 10 MHz bis 1300 MHz |
| **Frequenz-bereich (HP 8712ET)** | 0,300 MHz bis 3000 MHz | 0,300 MHz bis 3000 MHz | 10 MHz bis 3000 MHz | 10 MHz bis 3000 MHz |
| **Meßkanal 1** | Transmission | Reflexion | Pegel | Mischdämpfung |
| **Detektor-betriebsart** | Schmalband | Schmalband | Breitband intern | Breitband intern |
| **Meßpfade** | B/R | A/R | B* | B*/R* |

Die folgenden Einstellungen gelten für *alle* in der obigen Tabelle angegebenen Meßfunktionen.

**Signalpegel** Preset-Signalpegel[1]

**Meßkanal 2** “Off”

**Format** “Log Mag”

**Anzahl der Meßpunkte** 201

**Wobbel-Betriebsart** “Auto”

**Wobbeltriggerung** “Continuous”

**Averaging** “Off”

**Systembandbreite** “Medium Wide”

1. Der Preset-Signalpegel kann mit Hilfe des Softkeys “Pwr Level at Preset” vorgegeben werden. Der Standardwert beträgt 0 dBm.

# Die Funktion User BEGIN

Mit dem Softkey **User BEGIN** können Sie das Menü, das bei Betätigung der Taste BEGIN erscheint, Ihren Anforderungen anpassen und benutzerdefinierte Makros installieren. Mit Hilfe solcher Makros können Sie beispielsweise Softkeys mit folgenden Funktionen realisieren:

- *Schnelle* Save/Recall-Operationen
- Aufruf der am häufigsten benutzten Funktionen
- Aufruf häufig benutzter Prozeduren, die zahlreiche Schritte umfassen

Makros müssen durch ein IBASIC-Programm definiert werden. Wenn derzeit kein **User BEGIN** -Programm installiert ist, erstellt der Analysator automatisch ein standardmäßiges Programm. (Die Installation eines User BEGIN-Programms kann durch AUTOST oder durch **Recall Program** erfolgen).

Mit dem Softkey **User BEGIN on OFF** können Sie zwischen zwei Betriebsarten des Menüs BEGIN wählen: “benutzerdefiniert” ("user", ON) oder “normal” (OFF).

Wenn Sie die Betriebsart **User BEGIN** ON wählen, erscheint bei nachfolgender Betätigung der Taste BEGIN immer wieder das gleiche Menü. (Dies gilt nicht für den Fall, daß Ihr IBASIC-Programm verändert wurde. Wenn das Programm verändert wurde, wird automatisch die Betriebsart **User BEGIN** OFF gewählt).

Die Verwendung der Funktion **User BEGIN** schränkt den Zugriff auf die “normalen” Gerätefunktionen (beispielsweise die Markenfunktionen) in keiner Weise ein und beeinflußt auch nicht die Wobbelgeschwindigkeit.

Auf der Diskette *Example Programs Disk* finden Sie Beispiele für IBASIC-Programme. Vorhandene **User BEGIN** Programme können mit Hilfe der Keystroke-Recording-Funktion modifiziert oder aktualisiert werden.

Weitere Informationen hierzu finden Sie im *Automating Measurements User’s Guide Supplement*.

# Transmissionsfrequenzgang-Messung

In diesem Abschnitt wird anhand eines Meßbeispiels gezeigt, wie der Analysator für eine einfache Transmissionsfrequenzgang-Messung kalibriert wird und wie eine solche Messung durchgeführt wird. Bei diesem Beispiel wird eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung angewandt. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Liste aller für Transmissionsfrequenzgang-Messungen verfügbaren Kalibrierverfahren.

**HINWEIS** Höchste Meßgenauigkeit erzielen Sie nur bei optimaler Kalibrierung. In Kapitel 5, “Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung,” finden Sie ausführliche Informationen über alle Aspekte der Kalibrierung.

**Tabelle 2-2 Kalibrierverfahren für Transmissionsfrequenzgang-Messungen**

| Meßfunktion | Verfügbare Kalibrierverfahren |
|---|---|
| Transmission | “Default Response”<br>“Response”<br>“Response & Isolation”<br>“Enhanced Response”<br>“Normalize” |

Das Beispiel bezieht sich auf das mit dem Analysator gelieferte Bandpaßfilter.

## Eingabe der Meßparameter

Drücken Sie (PRESET), um den Analysator in die Grundeinstellung zu bringen; in der Grundeinstellung ist das Gerät für Transmissionsmessung in Kanal 1 konfiguriert.

**HINWEIS** Die hier als Beispiel beschriebene Messung wird in der standardmäßigen Einstellung für Transmissionsmessungen durchgeführt. Falls Ihre Anwendung eine davon abweichende Einstellung erfordert, geben Sie jetzt die gewünschten Meßparameter (Frequenzbereich, Signalpegel, Anzahl der Meßpunkte, Wobbelzeit usw.) ein.

## Erweiterte Frequenzgangkalibrierung

Bei einer erweiterten Frequenzgangkalibrierung werden die Quellenanpassungs- und Frequenzgangfehler in der Betriebsart Schmalband-Detektor durch eine Referenzmessung (unter Verwendung präziser Kalibriernormale) ermittelt und anschließend rechnerisch korrigiert. Die Korrektur betrifft sämtliche Meßpunkte in dem gewählten Frequenzband. Die Anzahl der Meßpunkte beträgt standardmäßig 201, kann jedoch auf einen beliebigen Wert zwischen 3 und 1601 abgeändert werden. Wenn Sie nach der Kalibrierung einen kleineren Frequenzbereich wählen, werden die Kalibrierdaten für die “fehlenden” Meßpunkte durch Interpolation berechnet. Wenn Sie einen größeren Frequenzbereich wählen, wird die Kalibrierung ungültig, und es wird die standardmäßige Frequenzgangkalibrierung wiederhergestellt.

Zur Durchführung einer erweiterten Transmissionsfrequenzgang-Kalibrierung benötigen Sie (je nach Systemimpedanz Ihres Analysators) eines der folgenden Kalibrier-Kits:

| Kalibrier-Kit | System-impedanz | Steckver-bindung | Für männliche Test-anschlüsse | Für weibliche Testanschlüsse |
|---|---|---|---|---|
| **HP 85032E** | **50 Ω** | **Type-N** | | ✓ |
| **HP 85032B** | **50 Ω** | **Type-N** | ✓ | ✓ |
| **HP 85036E** | **75 Ω** | **Type-N** | | ✓ |
| **HP 85036B** | **75 Ω** | **Type-N** | ✓ | ✓ |
| **HP 85033D** | **50 Ω** | **3,5 mm** | ✓ | ✓ |
| **HP 85039B** | **75 Ω** | **Type-F** | ✓ | ✓ |
| **HP 85031B** | **50 Ω** | **APC-7** | – | – |

**HINWEIS**

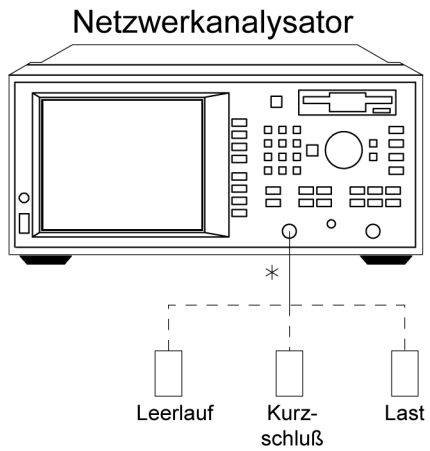
Die Angaben zum Geschlecht der Steckverbindungen von Kalibrier-Kits beziehen sich stets auf den *Analysator-Anschluß*, an den sie anzuschließen sind. Das standardmäßige “Kalibrier-Kit-Geschlecht” ist Type-N *weiblich*, weil die Frontplattenanschlüsse des Analysators weiblich sind. (Die Kalibriernormale besitzen hingegen männliche Steckverbindungen).

**HINWEIS**

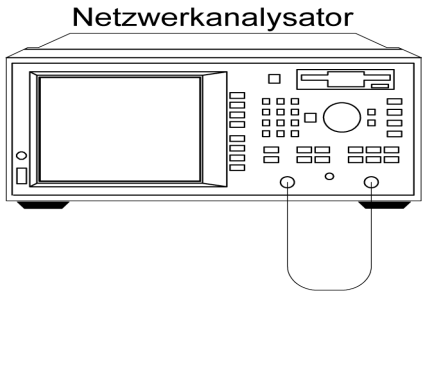
Wenn Sie Kalibriernormale mit nicht-standardmäßigen Steckverbindungen (also nicht Type-N weiblich) verwenden möchten, müssen Sie den Steckverbindungstyp in den Analysator eingeben. Drücken Sie hierzu CAL **More Cal** **Cal Kit** und wählen Sie anschließend den betreffenden Typ.

Kapitel 5 enthält ausführliche Informationen darüber, wann eine solche Kalibrierung erforderlich ist, und welche sonstigen Kalibrierverfahren für Transmissionsmessungen verfügbar sind. Wenn Sie Ihren Analysator für eine Transmissionsfrequenzgang-Messung kalibrieren möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie CAL **Enhanced Response** .
2. Sie werden aufgefordert, nacheinander vier verschiedene Kalibriernormale anzuschließen (siehe nachfolgende Abbildung).




**Leerlauf-, Kurzschluß- und Lastnormale**




**Direkte Kabelverbindung**

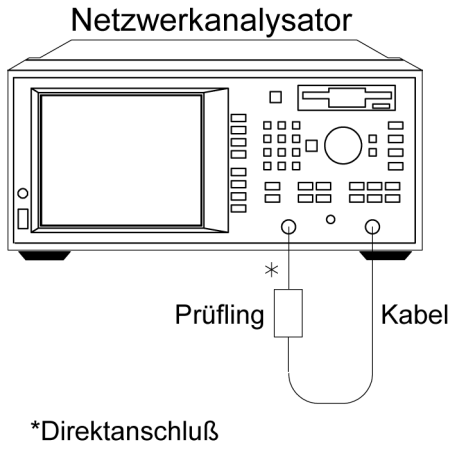
3. Drücken Sie nach dem Anschließen eines Kalibriernormals jeweils den Softkey **Measure Standard** .

4. Der Analysator führt jeweils eine Referenzmessung durch und berechnet dann die neuen Kalibrierfaktoren. Nach der Berechnung der neuen Kalibrierfaktoren wird einige Sekunden lang der Hinweis "`Calibration complete.`" angezeigt.

**HINWEIS** Eine anschließende Änderung des Wobbelbereichs (oder anderer Signalquellen-Parameter) kann die Kalibrierung ungültig werden lassen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 5.

## Anschluß des Prüflings

**Abbildung 2-5 Meßanordnung für Transmissionsfrequenzgang-Messungen**




## Darstellung und Interpretation der Transmissions-Meßergebnisse

1. Drücken Sie folgende Tasten, damit die gesamte Meßkurve auf dem Bildschirm dargestellt wird: SCALE **Autoscale** .
2. Die nachfolgende Interpretation der Meßergebnisse bezieht sich auf Abbildung 2-6, "Typisches Ergebnis einer Transmissionsfrequenzgang-Messung,". Wenn Sie die Messung an Ihrem Analysator nachvollziehen, interpretieren Sie die auf dem Bildschirm dargestellte Meßkurve!

a. Die X-Werte entsprechen der Frequenz in MHz. Die Y-Werte entsprechen dem Verhältnis (in dB) der transmittierten Signalleistung zur einfallenden Signalleistung. Die Skalierung ist in diesem Fall logarithmisch (was an dem Hinweis "Log Mag" am oberen Bildschirmrand zu erkennen ist). Die Meßkurve wird punktweise nach folgender Gleichung berechnet:

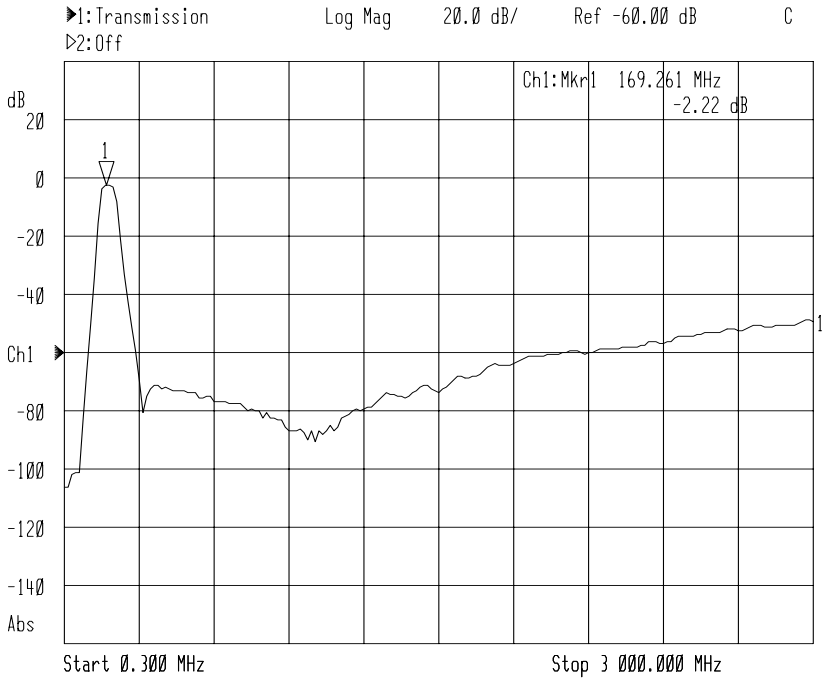
$$Transmission(dB) = 10 \log\left(\frac{P_{trans}}{P_{einf}}\right)$$

wobei $P_{trans}$ = transmittierte Leistung und $P_{einf}$ = einfallende Leistung.

b. Ein Wert von 0 dB bedeutet, daß der Prüfling das Meßsignal weder verstärkt noch abschwächt. Werte größer als 0 dB bedeuten, daß der Prüfling das Signal verstärkt. Werte von weniger als 0 dB bedeuten, daß der Prüfling das Signal abschwächt.

3. Durch Drücken der folgenden Tasten können Sie schnell und einfach den Punkt minimaler Einfügedämpfung bestimmen: MARKER **Marker Search** **Max Search** **Mkr –> Max** .
4. Die Marke befindet sich jetzt auf dem Punkt minimaler Einfügedämpfung, und die Frequenz und Amplitude dieses Punktes werden im Markenfeld angezeigt (siehe Abbildung 2-6).

**Abbildung 2-6 Typisches Ergebnis einer Transmissionsfrequenzgang-Messung**




5. Ausführliche Informationen über die Auswertung von Messungen mit Hilfe der Marken finden Sie unter "Markenfunktionen" in Kapitel 3.

**HINWEIS** Die Meßergebnisse sind nur dann gültig, wenn die Eingangssignalpegel innerhalb des Dynamikbereichs des Analysators liegen. In Kapitel 4, "Optimieren von Messungen," wird beschrieben, wie Sie den Dynamikbereich des Analysators vergrößern können.

# Messung des Reflexions-Frequenzgangs

In diesem Abschnitt wird anhand eines Meßbeispiels gezeigt, wie der Analysator für eine einfache Reflexionsfrequenzgang-Messung kalibriert wird und wie eine solche Messung durchgeführt wird. In diesem Beispiel wird ein benutzerdefiniertes Ein-Tor-Kalibrierverfahren angewandt. Die nachfolgende Tabelle enthält eine Liste aller für Reflexionsfrequenzgang-Messungen verfügbaren Kalibrierverfahren.

**HINWEIS** Höchste Meßgenauigkeit erzielen Sie nur bei optimaler Kalibrierung. In Kapitel 5, "Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung", finden Sie ausführliche Informationen über alle Aspekte der Kalibrierung.

**Tabelle 2-3 Kalibrierverfahren für Reflexionsfrequenzgang-Messungen**

| Meßfunktion | Verfügbare Kalibrierverfahren |
|---|---|
| Reflexion | Standard-Ein-Tor<br>Ein-Tor |

Das Beispiel bezieht sich auf das mit dem Analysator gelieferte Bandpaßfilter.

## Eingabe der Meßparameter

Drücken Sie folgende Tasten:

PRESET

MEAS 1

**Reflection**

**HINWEIS** Die hier als Beispiel beschriebene Messung wird in der standardmäßigen Einstellung für Reflexionsmessungen durchgeführt. Falls Ihre Anwendung eine davon abweichende Einstellung erfordert, geben Sie jetzt die gewünschten Meßparameter (Frequenzbereich, Signalpegel, Anzahl der Meßpunkte, Wobbelzeit usw.) ein.

## Durchführung einer Ein-Tor-Reflexion-kalibrierung

Bei einer Ein-Tor-Reflexionkalibrierung werden die Richtverhältnis-, Quellenanpassungs- und Frequenzgangfehler in der Betriebsart Schmalband-Detektor mittels einer Referenzmessung (unter Verwendung präziser Kalibriernormale) ermittelt und anschließend rechnerisch korrigiert. Die Korrektur betrifft sämtliche Meßpunkte in dem gewählten Frequenzband. Die Anzahl der Meßpunkte beträgt standardmäßig 201, kann jedoch auf einen beliebigen Wert zwischen 3 und 1601 abgeändert werden. Wenn Sie nach der Kalibrierung einen kleineren Frequenzbereich wählen, werden die Kalibrierdaten für die “fehlenden” Meßpunkte durch Interpolation berechnet. Wenn Sie einen größeren Frequenzbereich wählen, wird die Kalibrierung ungültig, und es wird die standardmäßige Ein-Tor-Kalibrierung wiederhergestellt.

Zur Durchführung einer Ein-Tor-Kalibrierung benötigen Sie (je nach Systemimpedanz Ihres Analysators) eines der folgenden Kalibrier-Kits:

| Kalibrier-Kit | System-impedanz | Steckver-bindung | Für männ-liche Test-anschlüsse | Für weibliche Testanschlüsse |
|---|---|---|---|---|
| **HP 85032E** | **50 Ω** | **Type-N** | | ✓ |
| **HP 85032B** | **50 Ω** | **Type-N** | ✓ | ✓ |
| **HP 85036E** | **75 Ω** | **Type-N** | | ✓ |
| **HP 85036B** | **75 Ω** | **Type-N** | ✓ | ✓ |
| **HP 85033D** | **50 Ω** | **3,5 mm** | ✓ | ✓ |
| **HP 85039B** | **75 Ω** | **Type-F** | ✓ | ✓ |
| **HP 85031B** | **50 Ω** | **APC-7** | – | – |

**HINWEIS**

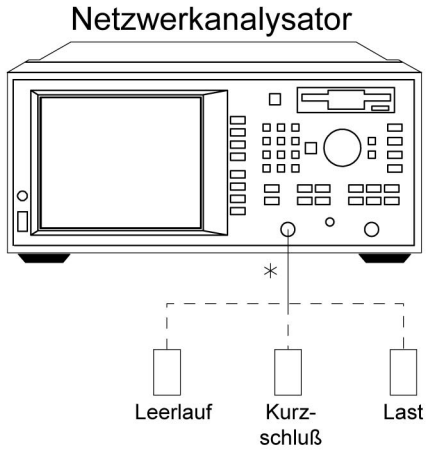
Die Angaben zum Geschlecht der Steckverbindungen von Kalibrier-Kits beziehen sich stets auf den *Analysator-Anschluß*, an den sie anzuschließen sind. Das standardmäßige “Kalibrier-Kit-Geschlecht” ist Type-N *weiblich*, weil die Frontplattenanschlüsse des Analysators weiblich sind. (Die Kalibriernormale besitzen hingegen männliche Steckverbindungen).

**HINWEIS** Wenn Sie Kalibriernormale mit nicht-standardmäßigen Steckverbindungen (also nicht Type-N weiblich) verwenden möchten, müssen Sie den Steckverbindungstyp in den Analysator eingeben. Drücken Sie hierzu CAL **Cal Kit** und wählen Sie anschließend den betreffenden Typ.

Kapitel 5 enthält ausführliche Informationen darüber, wann eine solche Kalibrierung erforderlich ist. Wenn Sie eine Ein-Tor-Kalibrierung für Reflexionsfrequenzgang-Messungen durchführen möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie CAL **1-Port**.
2. Sie werden aufgefordert, nacheinander drei Kalibriernormale (Leerlauf-, Kurzschluß- und Lastnormal) anzuschließen und jeweils eine Messung durchzuführen. Siehe Abbildung 2-7.

**Abbildung 2-7 Leerlauf-, Kurzschluß- und Lastnormale**



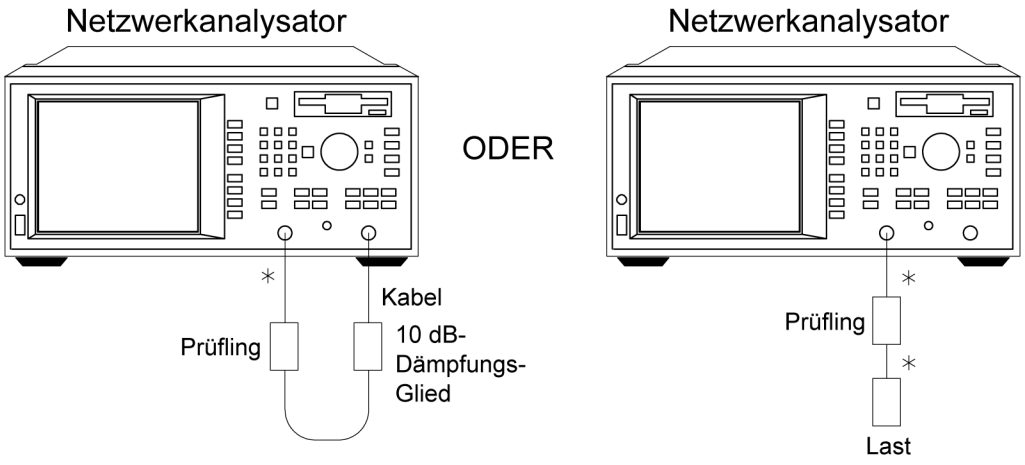

pp65es *Direktanschluß

3. Drücken Sie nach dem Anschließen eines Kalibriernormals jeweils **Measure Standard**.
4. Der Analysator führt jeweils eine Referenzmessung durch und berechnet dann die neuen Kalibrierfaktoren. Nach der Berechnung der neuen Kalibrierfaktoren wird einige Sekunden lang der Hinweis "`Calibration complete.` angezeigt.

**HINWEIS** Eine anschließende Änderung des Wobbelbereichs (oder anderer Signalquellen-Parameter) kann die Kalibrierung ungültig werden lassen. Weitere Informationen hierzu finden Sie in Kapitel 5.

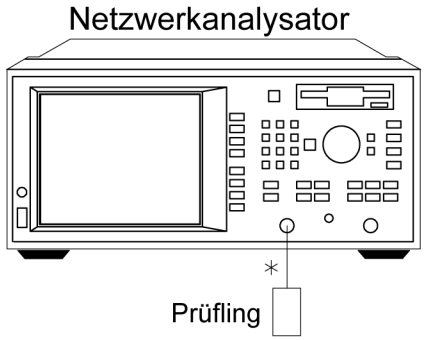
# Anschluß des Prüflings

**Abbildung 2-8 Meßanordnung für eine Reflexionsmessung an einem Zwei-Tor-Bauteil**




**HINWEIS** Wenn Sie ein Zwei-Tor-Bauteil beidseitig an den Analysator anschließen, sollten Sie zur Reduktion des Anpassungsfehlers am Ausgang des Prüflings ein 10 dB-Dämpfungsglied zwischenschalten. Wenn Sie ein Zwei-Tor-Bauteil nur an den Anschluß REFLECTION anschließen, sollten Sie den Ausgang des Prüflings mit einer hochwertigen Last (beispielsweise einem Kalibriernormal) abschließen.

**Abbildung 2-9 Meßanordnung für eine Reflexionsmessung an einem Ein-Tor-Bauteil**



# Darstellung und Interpretation der Reflexions-Meßergebnisse

1. Drücken Sie folgende Tasten, damit die gesamte Meßkurve auf dem Bildschirm dargestellt wird: SCALE, **Autoscale** .
2. Die nachfolgende Interpretation der Meßergebnisse bezieht sich auf Abbildung 2-10, “Typische Ergebnis einer Reflexionsmessung”,. Wenn Sie die Messung an Ihrem Analysator nachvollziehen, interpretieren Sie die auf dem Bildschirm dargestellte Meßkurve!

   a. Die X-Werte entsprechen der Frequenz in MHz. Die Y-Werte entsprechen dem Verhältnis (in dB) der reflektierten Signalleistung zur einfallenden Signalleistung. Die Skalierung ist in diesem Fall logarithmisch (was an dem Hinweis "Log Mag" am oberen Bildschirmrand zu erkennen ist). Die Meßkurve wird punktweise nach folgender Gleichung berechnet:

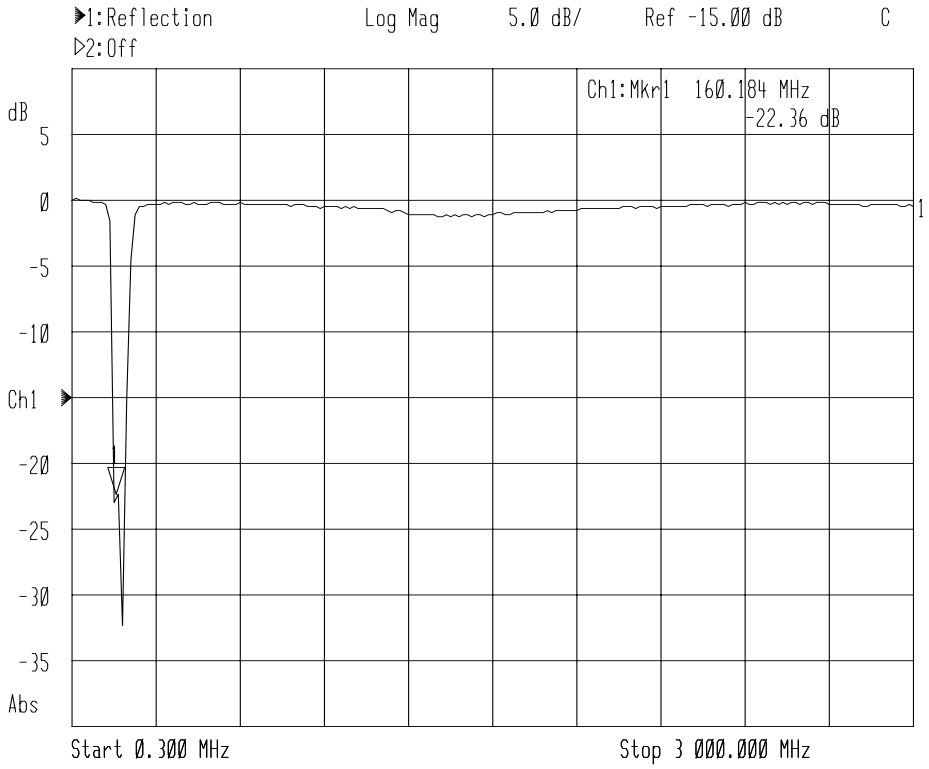
   $$Reflexion(dB) = 10 \log\left(\frac{P_{refl}}{P_{einf}}\right)$$

   wobei $P_{refl}$ = reflektierte Leistung und $P_{einf}$ = einfallende Leistung.

   b. Ein Wert von 0 dB bedeutet, daß die gesamte einfallende Signalleistung vom Prüfling zurückreflektiert wird und kein Leistungsanteil vom Prüfling durchgelassen oder absorbiert wird.

   c. Werte kleiner als 0 dB bedeuten, daß ein Teil der Signalleistung entweder vom Prüfling absorbiert oder transmittiert wird. Werte größer als 0 dB treten nur in Ausnahmefällen auf, beispielsweise wenn der Analysator nicht optimal kalibriert ist, oder wenn es sich beim Prüfling um ein aktives Bauteil (beispielsweise einen Verstärker) handelt, das schwingt.

**Abbildung 2-10 Typische Ergebnis einer Reflexionsmessung**




3. Folgendermaßen können Sie schnell und einfach die Einfügedämpfung des Filters bestimmen: Drücken Sie MARKER und setzen Sie die Marke mit Hilfe des Drehknopfs, der ⇧ ⇩-Tasten oder der Zifferntastatur auf die Frequenz, für welche Sie die Einfügedämpfung bestimmen möchten. Lesen Sie im Markenfeld den Wert ab.
4. Ausführliche Informationen über die Auswertung von Messungen mit Hilfe der Marken finden Sie in Kapitel 3.

# Breitbandige Pegelmessung

Für Pegelmessungen stehen zwei Detektorbetriebsarten zur Auswahl: Schmalband oder Breitband. Dieses Beispiel beschreibt eine Pegelmessung mit Breitband-Detektion. Wenn Sie sich lediglich für den Ausgangspegel des Prüflings bei der Frequenz, auf die die analysatorinterne Signalquelle abgestimmt ist, interessieren, konfigurieren Sie den Analysator für eine schmalbandige Pegelmessung: (MEAS 1) **Detection Options** **Narrowband Internal** **B** . Bei einer schmalbandigen Pegelmessung wird nur die innerhalb der Empfängerbandbreite liegende Leistung gemessen. Die Mittenfrequenz der Empfängerbandbreite ist gleich der Ausgangsfrequenz der Signalquelle.

Bei einer Gesamtpegelmessung in der Betriebsart Breitband-Detektion wird der Gesamtpegel sämtlicher spektraler Komponenten des transmittierten Signals (B*) gemessen. Bei aktiven Bauteilen (beispielsweise einem Mischer) kann dieses Signal außer der Signalquellen-Frequenz auch noch weitere Frequenzen enthalten.

Dieser Abschnitt erläutert an einem Meßbeispiel, wie die Meßkurve normiert und der Gesamt-Ausgangspegel eines Verstärkers gemessen wird.

**HINWEIS** Beachten Sie, daß breitbandige Pegelmessungen nur für Start-Frequenzen ≥10 MHz spezifiziert sind.

## Eingabe der Meßparameter

Drücken Sie folgende Tasten:

(PRESET)

(MEAS 1)

**More** **Power**

**HINWEIS** Die hier als Beispiel beschriebene Messung wird in der standardmäßigen Einstellung für Pegelmessungen durchgeführt. Falls Ihre Anwendung eine davon abweichende Einstellung erfordert, geben Sie jetzt die gewünschten Meßparameter (Signalpegel, Anzahl der Meßpunkte, Wobbelzeit usw.) ein.

**VORSICHT** Der Analysator kann beschädigt werden, wenn der Signalpegel am Empfängereingang +20 dBm oder ±30 Vdc überschreitet. Die analysatorinterne Signalquelle kann diesen Pegel nicht wesentlich überschreiten, doch bei Messungen an Verstärkern kann es erforderlich sein, dem Analysatoreingang RF IN einen Abschwächer vorzuschalten. Weitere Informationen hierzu finden Sie unter "Wann ist ein Abschwächer oder Verstärker zu verwenden?" weiter oben in diesem Kapitel.

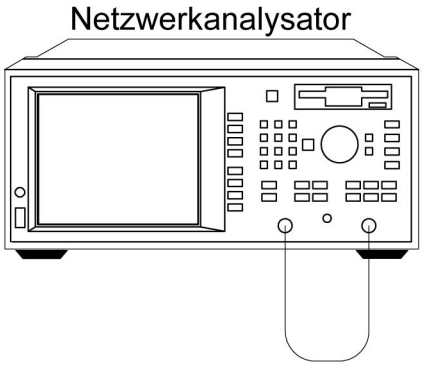
## Durchführung einer Normierungskalibrierung

Normierung ist die einfachste Form der Kalibrierung. Dabei werden die intern gespeicherten Ergebnisse einer Referenzmessung von den aktuellen Meßergebnissen subtrahiert (bei logarithmischer Darstellung), bzw. die aktuellen Meßergebnisse werden durch die intern gespeicherten Referenzmeßdaten dividiert (bei linearer Darstellung). Auf diese Weise werden Frequenzgangfehler korrigiert. Bei der hier beschriebenen Leistungsmessung wird eine solche Normierungskalibrierung angewandt, um die Einfügedämpfung des Meßkabels rechnerisch zu eliminieren. Wenn Sie nach einer Normierungskalibrierung die Wobbelbandbreite oder die Anzahl der Meßpunkte verändern, wird die Kalibrierung ungültig.

Eine Normierungskalibrierung wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Verkabeln Sie die Geräte gemäß Abbildung 2-11.

**Abbildung 2-11 Direkte Kabelverbindung**



2. Geben Sie folgende Frequenzparameter ein:

   FREQ

   **Start** 10 **MHz**

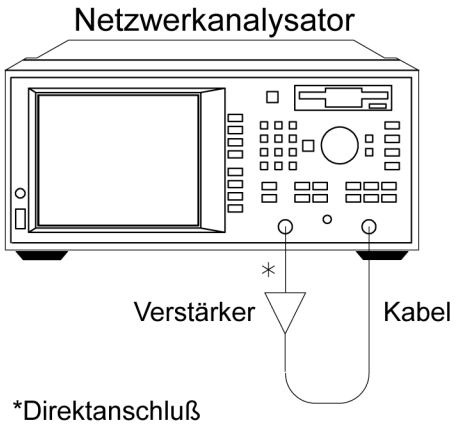
3. Drücken Sie DISPLAY **Normalize** oder CAL **Normalize on OFF** .

   Die Meßdaten werden daraufhin intern abgespeichert. Zur Korrektur des Frequenzgangfehlers werden die anschließend erfaßten Meßdaten durch die internen gespeicherten Referenzmeßdaten dividiert.

4. Schließen Sie den Verstärker gemäß Abbildung 2-12 an.

## Anschluß des Prüflings

**Abbildung 2-12 Meßanordnung für eine Pegelmessung**




pp629es

## Darstellung und Interpretation der Ergebnisse der Pegelmessung

1. Führen Sie eine automatische Skalierung durch: SCALE **Autoscale** .
2. Die nachfolgende Interpretation der Meßergebnisse bezieht sich auf Abbildung 2-13. Wenn Sie die Messung an Ihrem Analysator nachvollziehen, interpretieren Sie die auf dem Bildschirm dargestellte Meßkurve!

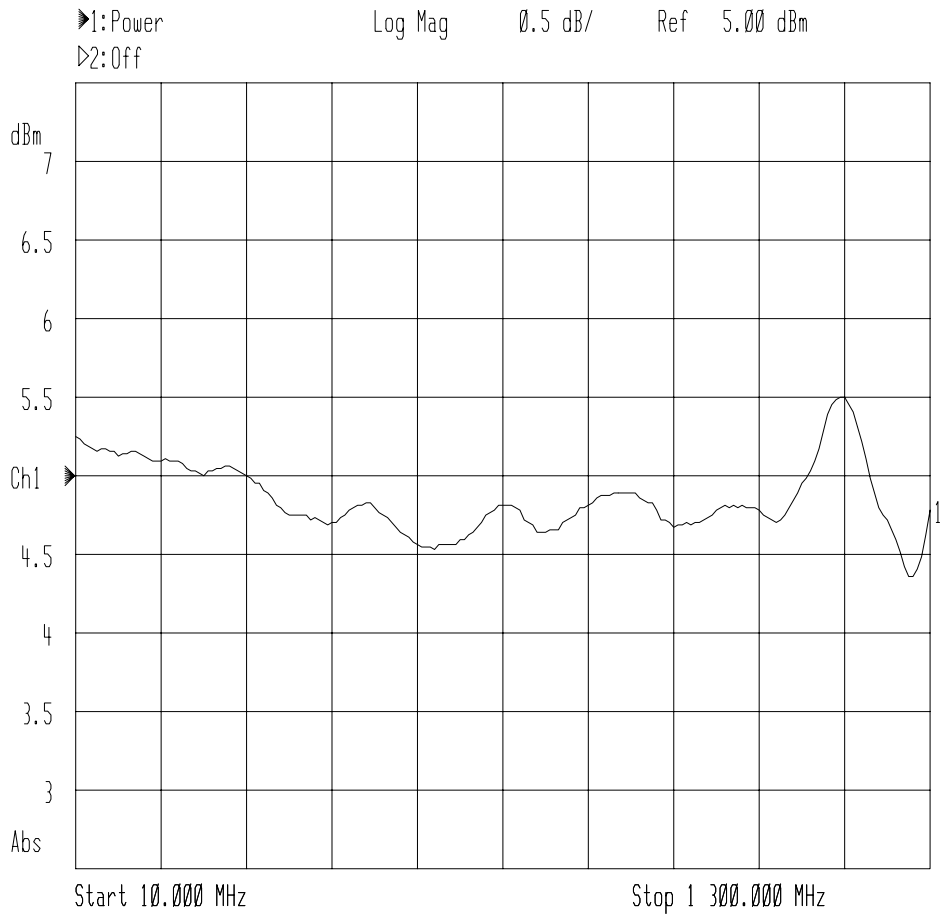
   a. Bei einer Pegelmessung wird auf dem Bildschirm der Pegel des am Analysatoreingang RF IN anliegenden Signals angezeigt. Es handelt sich um einen absoluten Pegel (bei logarithmischer Darstellung) bzw. eine absolute Leistung (bei linearer Darstellung) und nicht um eine Pegeldifferenz bzw. ein Leistungsverhältnis.

   b. Die standardmäßige Amplitudenmaßeinheit für Leistungsmessungen ist dBm (Pegel, bezogen auf 1 mW).

   - 0 dBm = 1 mW
   - –10 dBm = 100 µW
   - +10 dBm = 10 mW

   Alternativ können Sie eine der folgenden Maßeinheiten wählen: dBW, dBµW, W, mW oder µW.

**Abbildung 2-13 Beispiel für eine Leistungsmessung**




**VORSICHT**

Wenn der HF-Ausgangspegel des Analysators auf einen Wert eingestellt wird, der oberhalb des spezifizierten maximalen Ausgangspegels liegt, ist der Ausgangspegel unter Umständen nicht mehr kalibriert. Wenn Ihre Meßaufgabe einen oberhalb des spezifizierten maximalen Analysator-Ausgangspegels liegenden Signalpegel erfordert, benötigen Sie einen externen Vorverstärker. Beachten Sie, daß der Signalpegel am Empfängereingang den Maximalwert +20 dBm keinesfalls überschreiten darf.

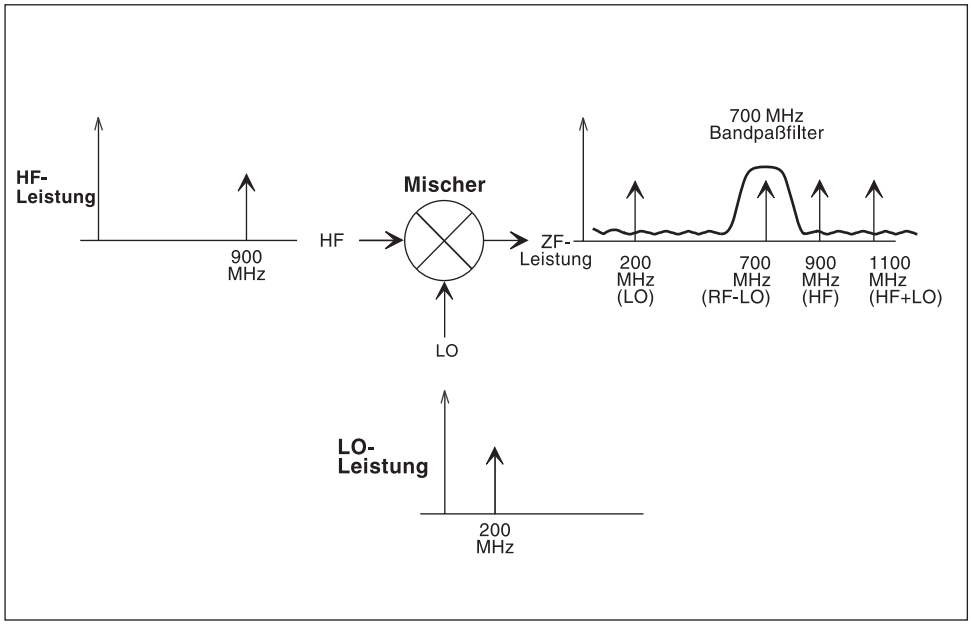
# Mischdämpfungsmessung

Die Mischdämpfung ist die Pegeldifferenz (in dB) zwischen dem ZF-Ausgangssignal und dem HF-Eingangssignal eines Mischers. In diesem Abschnitt wird an einem Beispiel gezeigt, wie die Mischdämpfung eines breitbandigen Mischers gemessen wird.

Mischdämpfungsmessungen werden in der Betriebsart Breitband-Detektion durchgeführt, wobei das transmittierte Signal (B*) relativ zum Referenzsignal (R*) gemessen wird. Die Messung erfolgt deshalb in der Betriebsart Breitband-Detektion, weil bei einem Mischer die Eingangs- und die Ausgangsfrequenz in der Regel unterschiedlich sind. Da der Breitband-Detektor alle Signale, unabhängig von ihrer Frequenz, erfaßt, empfiehlt es sich, unerwünschte Signale wie z. B. LO-Übersprechen mit Hilfe eines geeigneten Filters zu unterdrücken.

Beispiel: Wenn ein 900 MHz-HF-Signal mit einem 200 MHz-LO-Signal gemischt wird, enthält das Mischer-Ausgangssignal Mischprodukte mit Frequenzen von 700 MHz und 1100 MHz sowie einen (mehr oder weniger starken) Anteil der ursprünglichen 900 MHz- und 200 MHz-Signale.

**Abbildung 2-14 Unterdrückung unerwünschter Mischprodukte**



Durch Einfügen eines 700 MHz-Bandpaßfilters in den Signalpfad können Sie die unerwünschten Signale (200 MHz, 900 MHz und 1100 MHz) unterdrücken, so daß der Pegel des erwünschten ZF-Signal (700 MHz) genau gemessen werden kann.

Im folgenden Beispiel wird die Mischdämpfung eines Mischers über ein 15 MHz breites Frequenzband mit 900 MHz Mittenfrequenz gemessen. Die LO-Frequenz beträgt 200 MHz. Die ZF-Frequenz variiert daher über ein 15 MHz breites Frequenzband mit einer Mittenfrequenz von 700 MHz.

## Meßparameter eingeben

Drücken Sie folgende Tasten:

PRESET

MEAS 1

**More** **Conversion Loss**

**HINWEIS** Die hier als Beispiel beschriebene Messung wird in der standardmäßigen Einstellung für Mischdämpfungsmessungen durchgeführt. Falls Ihre Meßaufgabe eine davon abweichende Einstellung erfordert, geben Sie jetzt die gewünschten Meßparameter (Signalpegel, Anzahl der Meßpunkte, Wobbelzeit usw.) ein.

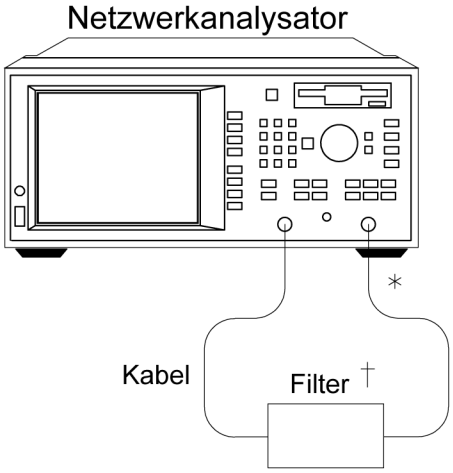
## Durchführung einer Normierungskalibrierung

Normierung ist die einfachste Form der Kalibrierung. Dabei werden die intern gespeicherten Ergebnisse einer Referenzmessung von den aktuellen Meßergebnissen subtrahiert (bei logarithmischer Darstellung), bzw. die aktuellen Meßergebnisse werden durch die intern gespeicherten Referenzmeßdaten dividiert (bei linearer Darstellung). Auf diese Weise werden Frequenzgangfehler korrigiert. Im vorliegenden Fall werden durch diese Kalibrierung die Einfügedämpfung des ZF-Filters und der Meßkabel rechnerisch eliminiert. Wenn Sie nach einer Normierungskalibrierung die Wobbelbandbreite oder die Anzahl der Meßpunkte verändern, wird die Kalibrierung ungültig.

Eine Normierungskalibrierung wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Verkabeln Sie die Geräte gemäß Abbildung 2-15.

**Abbildung 2-15 Direkte Kabelverbindung**




2. Geben Sie folgende Frequenzparameter ein:

   FREQ

   **Center** 700 **MHz**

   **Span** 15 **MHz**

   Der Analysator wird dadurch für eine Wobbelung über den Durchlaßbereich des ZF-Filters (700 MHz) konfiguriert.

3. Drücken Sie DISPLAY **Normalize** oder CAL **Normalize on OFF**.

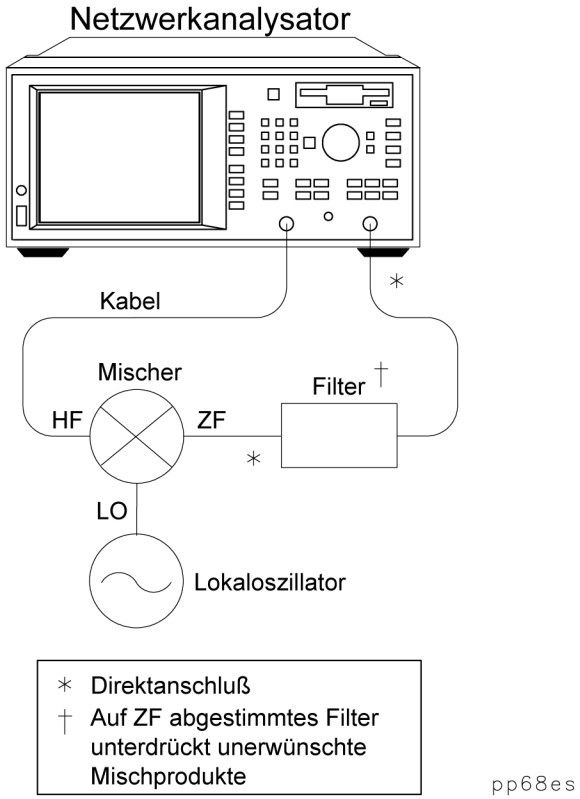
   Die Filterfrequenzgang-Meßdaten werden daraufhin intern abgespeichert, und die nachfolgenden Meßergebnisse werden relativ zu dieser Referenzmessung angezeigt, so daß der Filterfrequenzgang nicht mehr in Erscheinung tritt.

4. Schließen Sie den Mischer gemäß Abbildung 2-16 an.

5. Drücken Sie (FREQ) **Center** (900) **MHz** , um die Mittenfrequenz so abzuändern, daß das erwünschte Mischprodukt innerhalb des Filter-Durchlaßbereichs liegt.

## Anschluß des Prüflings

**Abbildung 2-16 Meßanordnung für Mischdämpfungsmessungen**



## Darstellung und Interpretation der Mischdämpfungs-Meßergebnisse

1. Führen Sie, falls erforderlich, eine automatische Skalierung durch: (SCALE) **Autoscale** .
2. Die nachfolgende Interpretation der Meßergebnisse bezieht sich auf Abbildung 2-17. Wenn Sie die Messung an Ihrem Analysator nachvollziehen, interpretieren Sie die auf dem Bildschirm dargestellte Meßkurve!

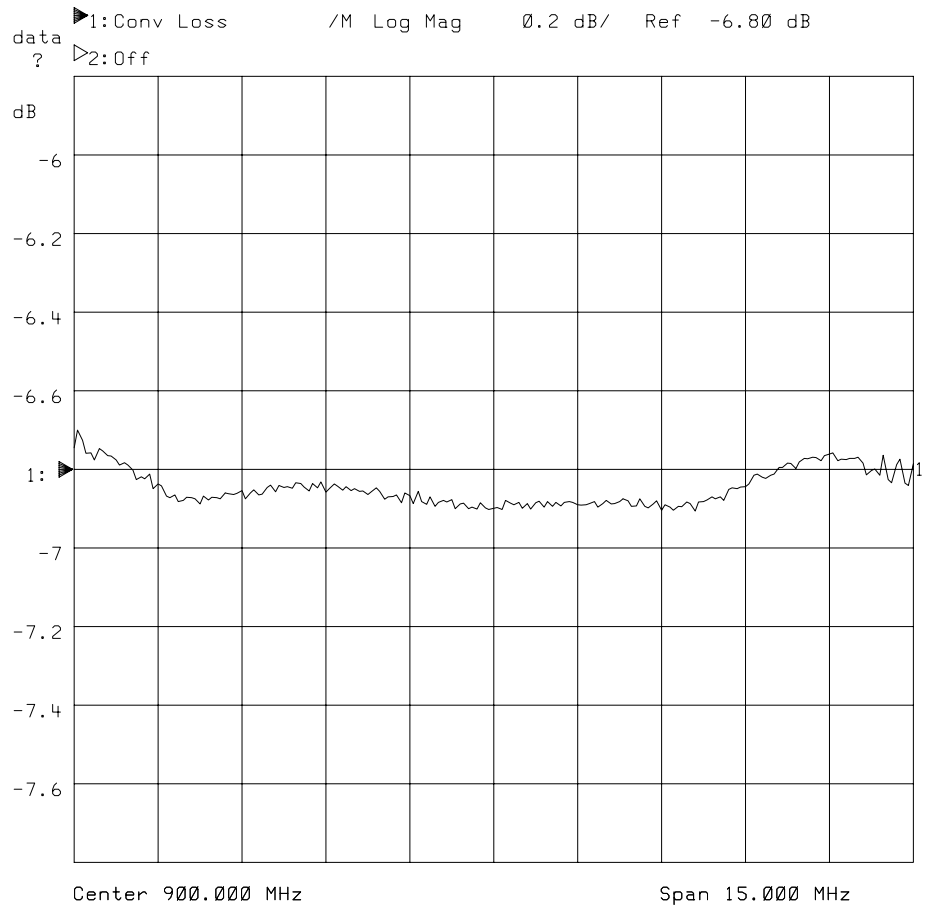
   a. Die X-Werte entsprechen der Ausgangsfrequenz der analysatorinternen Signalquelle. Die Y-Werte entsprechen dem Verhältnis (in dB) der transmittierten Signalleistung zur einfallenden Signalleistung. Die Skalierung ist in diesem Fall logarithmisch (was an dem Hinweis "Log Mag" am oberen Bildschirmrand zu erkennen ist). Die Meßkurve wird punktweise nach folgender Gleichung berechnet:

   $$\text{Mischdämpfung}(dB) \;=\; 10\log\left(\frac{P_{trans}}{P_{einf}}\right)$$

   wobei $P_{trans}$ = Leistung am ZF-Ausgang des Mischers und $P_{einf}$ = einfallende Leistung am HF-Eingang.

   b. Ein Wert von 0 dB bedeutet, daß der Prüfling das Meßsignal weder verstärkt noch abschwächt. Werte größer als 0 dB bedeuten, daß der Mischer das Signal verstärkt. Werte von weniger als 0 dB bedeuten, daß der Mischer das Signal abschwächt.
3. If you wish, you can quickly determine the mixer's minimum conversion loss by pressing (MARKER) **Marker Search** **Max Search** **Mkr –> Max** .

**Abbildung 2-17 Beispiel für eine Mischdämpfungsmessung**




**HINWEIS** Die Meßergebnisse sind nur dann gültig, wenn die Eingangssignalpegel innerhalb des Dynamikbereichs des Analysators liegen. In Kapitel 4 wird beschrieben, wie Sie den Dynamikbereich des Analysators vergrößern können.

# Messungen über den Hilfseingang

Der Hilfseingang (AUX INPUT) befindet sich auf der Rückwand des Analysators. Dieser Eingang dient zur Überwachung von DC-Steuersignalen für externe Geräte, die in Verbindung mit dem Analysator verwendet werden. Typische Beispiele hierfür sind ein Verstärker mit veränderlicher DC-Vorspannung oder ein spannungsgesteuerter Oszillator (VCO).

Es wird davon *abgeraten*, den AUX INPUT als Oszilloskop-Eingang zu verwenden, und zwar aus folgenden Gründen: Dieser Eingang wird – unabhängig von der Wobbelgeschwindigkeit, Bandbreite oder Anzahl der Meßpunkte – nur einmal pro Meßpunkt abgetastet; daher können die Abtastwerte in Richtung der X-Achse unterschiedliche Abstände aufweisen, es sei denn, der Analysator befindet sich in der Betriebsart CW.

Die Abtastrate für den Eingang AUX INPUT ist vom aktuellen Betriebszustand des Analysators und von der Wobbelzeit abhängig. In der Betriebsart CW und bei schnellstmöglicher Wobbelung ( **Sweep Time** AUTO) ist die Systembandbreite der dominierende Faktor für dieses Timing. Bei den Systembandbreiten-Einstellungen “Wide”, “Medium”, “Narrow” bzw. “Fine” wird der Eingang in Abständen von etwa 0,2; 0,6; 7,2 bzw. 70 ms abgetastet. Diesen Effekt müssen Sie berücksichtigen, wenn Sie versuchen, Signale darzustellen, die nicht mit dem Wobbelrampensignal korrelieren. Bei hohen Anforderungen an die Meßgenauigkeit sollte die Slew-Rate des am Eingang AUX INPUT anliegenden Signal unter 700 Volt pro Sekunde liegen.

Auch wenn davon abgeraten wird, den Eingang AUX INPUT als Oszilloskop-Eingang zu verwenden, können Sie dennoch sinusförmige Signale mit Frequenzen bis zu etwa 400 Hz mit ausreichender Genauigkeit darstellen, wenn Sie die Betriebsart CW und die Systembandbreite Wide wählen.

# Charakteristiken des Eingangs AUX INPUT

| | |
|---|---|
| **Nennimpedanz** | 10 kΩ |
| **Genauigkeit** | ± (3% der angezeigten Signalspannung + 20 mV) |
| **Kalibrierter Bereich** | ±10 V |
| **Nutzbarer Bereich** | ±15 V |
| **Nutzbarer Eingangs-spannungsbereich** | ±15 V |
| **Zulässige Eingangsspannung** | ±15,1 V |

# Gruppenlaufzeitmessung

Die Phasenlinearität von HF-Bauteilen wird oftmals als Gruppenlaufzeit spezifiziert. Dies gilt besonders für Bauteile, die in Kommunikationsprodukten und ähnlichen Systemen eingesetzt werden, die kritisch auf Phasenverzerrungen reagieren.

Die Gruppenlaufzeit ist ein Maß für die Signallaufzeit in Abhängigkeit von der Frequenz. Es handelt sich um einen Differentialquotienten, der sich durch folgenden Differenzquotienten approximieren läßt:

$$\frac{-\Delta\phi}{(\Delta f)(360)}$$

wobei $\Delta f$ die Differenz zwischen zwei nahe benachbarten Frequenzen bezeichnet und $\Delta\phi$ die "zugehörige" Phasendifferenz. Die Größe $\Delta f$ wird üblicherweise als Apertur bezeichnet. Die minimale Apertur ist gleich der Wobbelbandbreite des Analysators dividiert durch die Anzahl der Meßpunkte minus eins; sie kann wahlweise als Frequenzwert oder als Prozent der Wobbelbandbreite eingegeben werden. Damit die Gruppenlaufzeit präzise gemessen werden kann, muß die Phasendifferenz bei einer gegebenen Apertur weniger als 180 Grad betragen, so daß folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\text{Wobbelbandbreite} < \frac{\text{Anzahl der Meßpunkte} - 1}{2(\text{ungef. DUT-Verzögerung})}$$

Wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist, erhalten Sie wegen Unterabtastung der Phasendifferenzwerte ungültige Meßergebnisse.

In diesem Abschnitt wird anhand eines Meßbeispiels gezeigt, wie der Analysator für eine einfache Gruppenlaufzeitmessung kalibriert wird und wie eine solche Messung durchgeführt wird. Das Beispiel bezieht sich auf das mit dem Analysator gelieferte Bandpaßfilter.

**TIP**

Die größtmögliche Meßgenauigkeit erzielen Sie nur bei optimaler Kalibrierung. In Kapitel 5, "Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung", finden Sie ausführliche Informationen über alle Aspekte der Kalibrierung.

**HINWEIS** Gruppenlaufzeitmessungen, die auf Phasenmessungen basieren, sind nicht auf frequenzumsetzende Baugruppen anwendbar.

## Eingabe der Meßparameter

1. Drücken Sie folgende Tasten:

   PRESET

   MEAS 1

   **Transmissn**

   FORMAT

   **Delay**

   FREQ **Center** 175 **MHz**

   **Span** 200 **MHz**

2. Wählen Sie einen geeigneten Aperturwert. Je kleiner Sie die Apertur wählen, desto höher ist die Auflösung und desto stärker das Rauschen. Je größer Sie die Apertur wählen, desto geringer ist die Auflösung und desto geringer das Rauschen. Der optimale Aperturwert ist von der jeweiligen Anwendung abhängig. Wählen Sie in diesem Fall einen Aperturwert von 4%:

   AVG

   **Delay Aperture**

   **Aperture (%)**

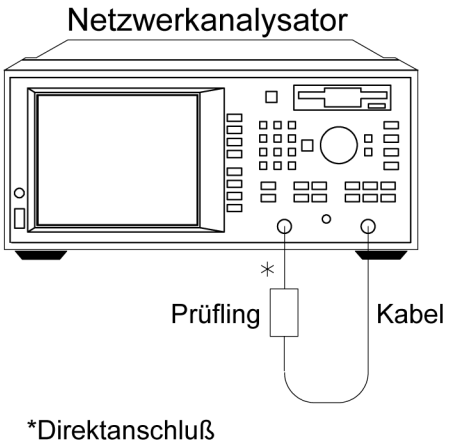
   4 **Enter**

## Durchführung einer erweiterten Frequenzgangkalibrierung

Im Abschnitt “Erweiterte Frequenzgangkalibrierung”) (weiter oben in diesem Kapitel) wird ein Beispiel für eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung beschrieben.

## Anschluß des Prüflings

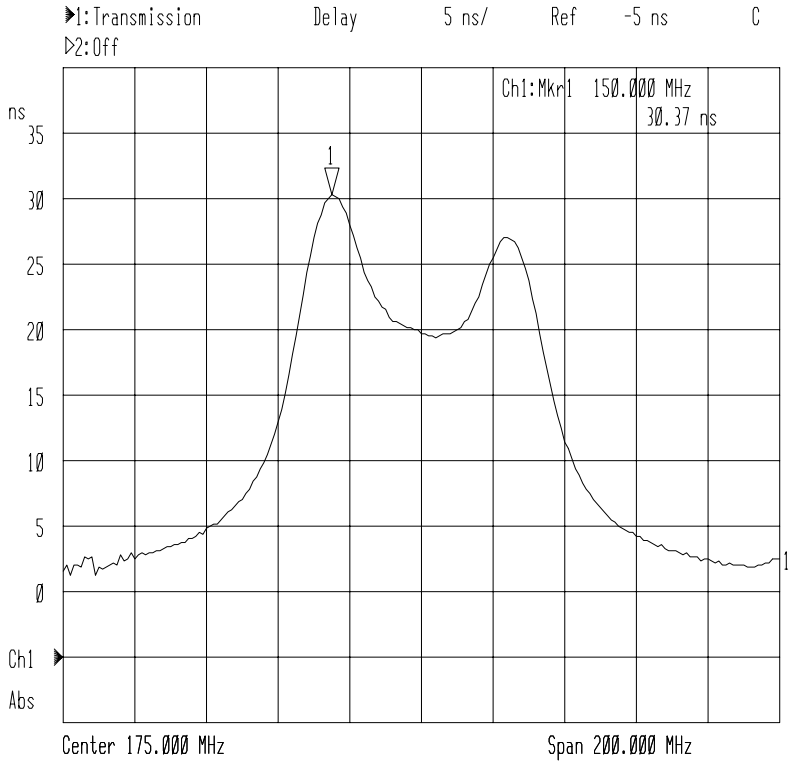
**Abbildung 2-18 Meßanordnung für Gruppenlaufzeitmessungen**




## Darstellung und Interpretation der Gruppenlaufzeit-Meßergebnisse

1. Drücken Sie folgende Tasten, damit die gesamte Meßkurve auf dem Bildschirm dargestellt wird: SCALE **Autoscale** .
2. Die nachfolgende Interpretation der Meßergebnisse bezieht sich auf Abbildung 2-19, “Beispiel für eine Gruppenlaufzeitmessung,”. Wenn Sie die Messung an Ihrem Analysator nachvollziehen, interpretieren Sie die auf dem Bildschirm dargestellte Meßkurve!
   a. Die Meßkurve zeigt die Zeit, die ein Signal mit der betreffenden Frequenz zum Durchlaufen des Prüflings benötigt.
3. Folgendermaßen können Sie schnell und einfach den Punkt der maximalen Gruppenlaufzeit bestimmen: MARKER **Marker Search** **Max Search** **Mkr –> Max** .
4. Die Marke befindet sich jetzt auf dem Punkt maximaler Gruppenlaufzeit, und die Frequenz und Gruppenlaufzeit (in Nanosekunden) dieses Punktes werden im Markenfeld angezeigt (siehe Abbildung 2-19).

**Abbildung 2-19 Beispiel für eine Gruppenlaufzeitmessung**




5. Ausführliche Informationen über die Auswertung von Messungen mit Hilfe der Marken finden Sie unter "Markenfunktionen" in Kapitel 3.

**HINWEIS**

In Kapitel 4 werden Rauschreduktionsverfahren beschrieben, die auch auf Gruppenlaufzeitmessungen anwendbar sind.

# Impedanzmessung mit Darstellung als Smith-Diagramm

Der Anteil der von einem Bauteil reflektierten Leistung ist unmittelbar von dem Verhältnis der Impedanzen des Bauteils und des Meßsystems abhängig. So hat beispielsweise der komplexe Reflexionsfaktor Γ dann und nur dann den Wert 0, wenn das Bauteil und das Meßsystem beide exakt die gleiche Impedanz aufweisen . Jeder Wert für Γ entspricht einer ganz bestimmten Bauteilimpedanz.

In diesem Abschnitt wird an einem Beispiel gezeigt, wie die Eingangsimpedanz eines Filters gemessen wird. Das Beispiel bezieht sich auf das mit dem Analysator gelieferte Bandpaßfilter.

**TIP** Die größtmögliche Meßgenauigkeit erzielen Sie nur bei optimaler Kalibrierung. In Kapitel 5, “Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung”, finden Sie ausführliche Informationen über alle Aspekte der Kalibrierung.

## Eingabe der Meßparameter

Drücken Sie folgende Tasten:

(PRESET)

(MEAS 1)

**Reflection**

(FREQ) **Center** (175) **MHz**

**Span** (200) **MHz**

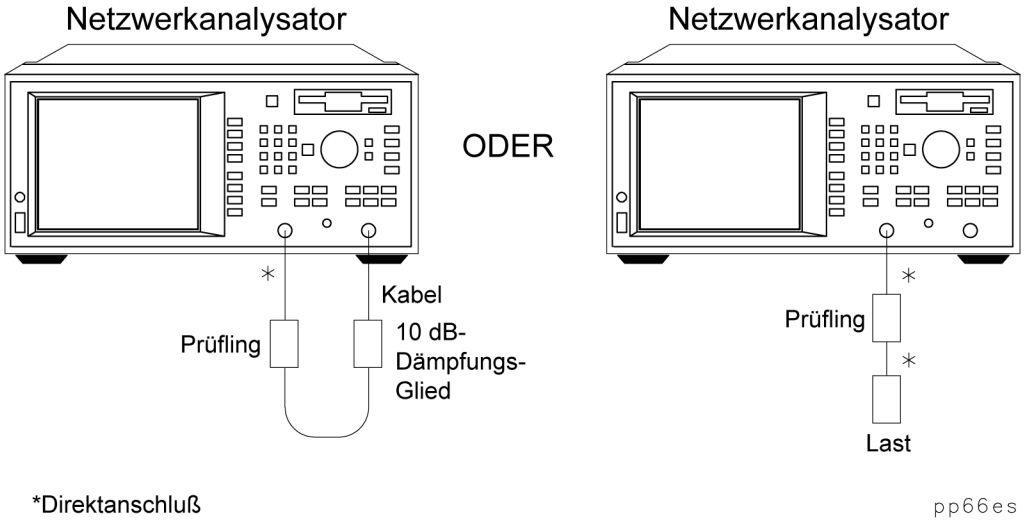
**HINWEIS** Die hier als Beispiel beschriebene Messung wird in der standardmäßigen Einstellung für Reflexionsfrequenzgang-Messungen durchgeführt. Falls Ihre Anwendung eine davon abweichende Einstellung erfordert, geben Sie jetzt die gewünschten Meßparameter (Frequenzbereich, Signalpegel, Anzahl der Meßpunkte, Wobbelzeit usw.) ein.

## Ein-Tor-Reflexionkalibrierung durchführen

Da es sich bei Impedanzmessungen um Reflexionsmessungen handelt, können Sie durch eine Reflexionskalibrierung die Genauigkeit steigern. Siehe hierzu “Durchführung einer Ein-Tor-Reflexionkalibrierung” weiter oben in diesem Kapitel.

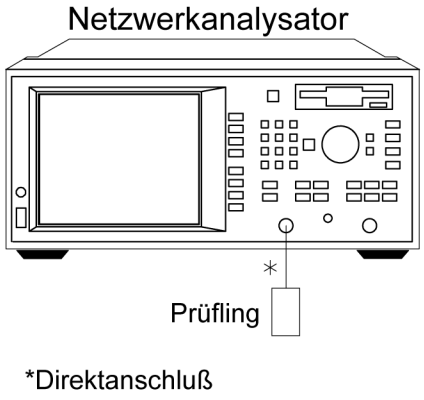
## Anschluß des Prüflings

**Abbildung 2-20 Meßanordnung für eine Reflexionsmessung an einem Zwei-Tor-Bauteil**




**HINWEIS** Wenn Sie ein Zwei-Tor-Bauteil beidseitig an den Analysator anschließen, sollten Sie zur Reduktion des Anpassungsfehlers am Ausgang des Prüflings ein 10 dB-Dämpfungsglied zwischenschalten. Wenn Sie ein Zwei-Tor-Bauteil nur an den Anschluß REFLECTION anschließen, sollten Sie den Ausgang des Prüflings mit einer hochwertigen Last (beispielsweise einem Kalibriernormal) abschließen.

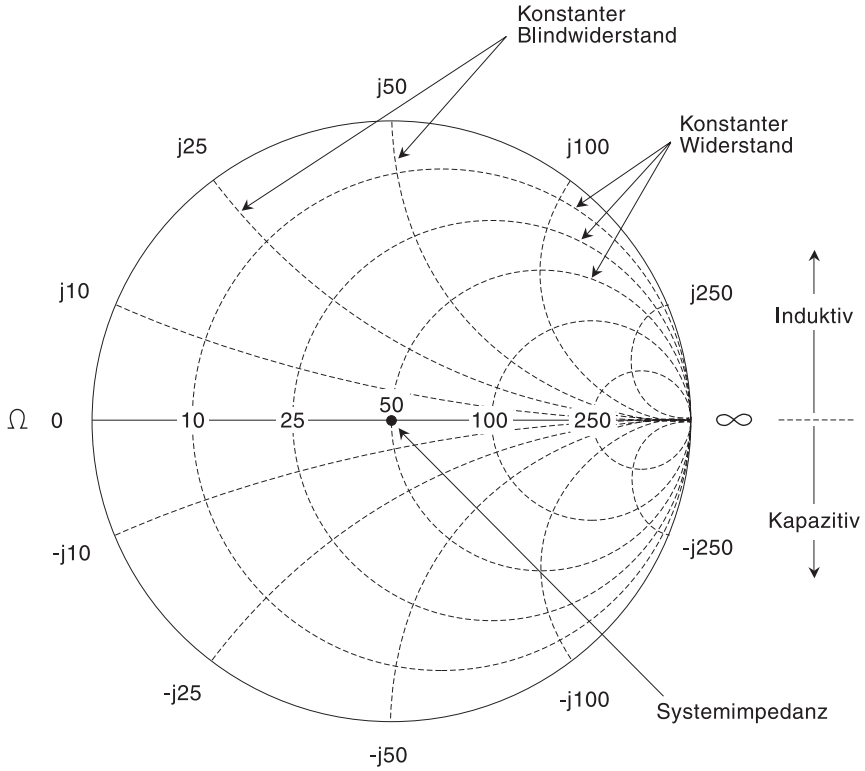
**Abbildung 2-21 Meßanordnung für eine Reflexionsmessung an einem Ein-Tor-Bauteil**




## Darstellung und Interpretation der Impedanz-Meßergebnisse

1. Drücken Sie FORMAT **Smith Chart** .
2. Die nachfolgende Interpretation der Ergebnisse der Impedanzmessung bezieht sich auf Abbildung 2-22:
   a. Die horizontale Achse (durchgezogene Linie) repräsentiert den Realteil der Impedanz (den Widerstand). Der Mittelpunkt der horizontalen Achse repräsentiert die Systemimpedanz (in diesem Fall 50 Ω).
   b. Die gestrichelten Kreise, welche die horizontale Achse schneiden, repräsentieren jeweils einen konstanten Widerstand. Die gestrichelten Kreise, die tangential zur horizontalen Achse verlaufen, repräsentieren jeweils einen konstanten Blindwiderstand.
   c. In der oberen Hälfte des Smith-Diagramms ist die reaktive Komponente positiv, d. h. induktiv. In der unteren Hälfte des Smith-Diagramms ist die reaktive Komponente negativ, d. h. kapazitiv.

**Abbildung 2-22 Interpretation des Smith-Diagramms**




po645b_c

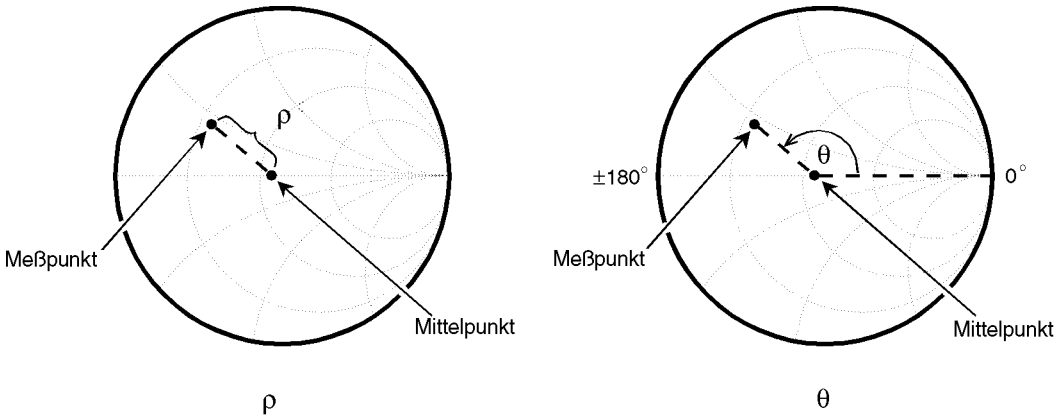
d. Betrag und Phase des Reflexionsfaktors Γ lassen sich, wie nachfolgend beschrieben, auf zweierlei Weise bestimmen.

   i. Indem das Smith-Diagramm folgendermaßen interpretiert wird:

   - $\rho = |\Gamma|$ = Entfernung des jeweiligen Meßpunktes vom Mittelpunkt des Diagramms. Siehe Abbildung 2-23, "Bestimmung des Betrags und der Phase des Reflexionsfaktors".
   - $\angle\Gamma = \theta$ = Winkel zwischen der horizontalen Achse des Smith-Diagramms und einer Linie von dessen Mittelpunkt zum jeweiligen Meßpunkt. Siehe Abbildung 2-23.

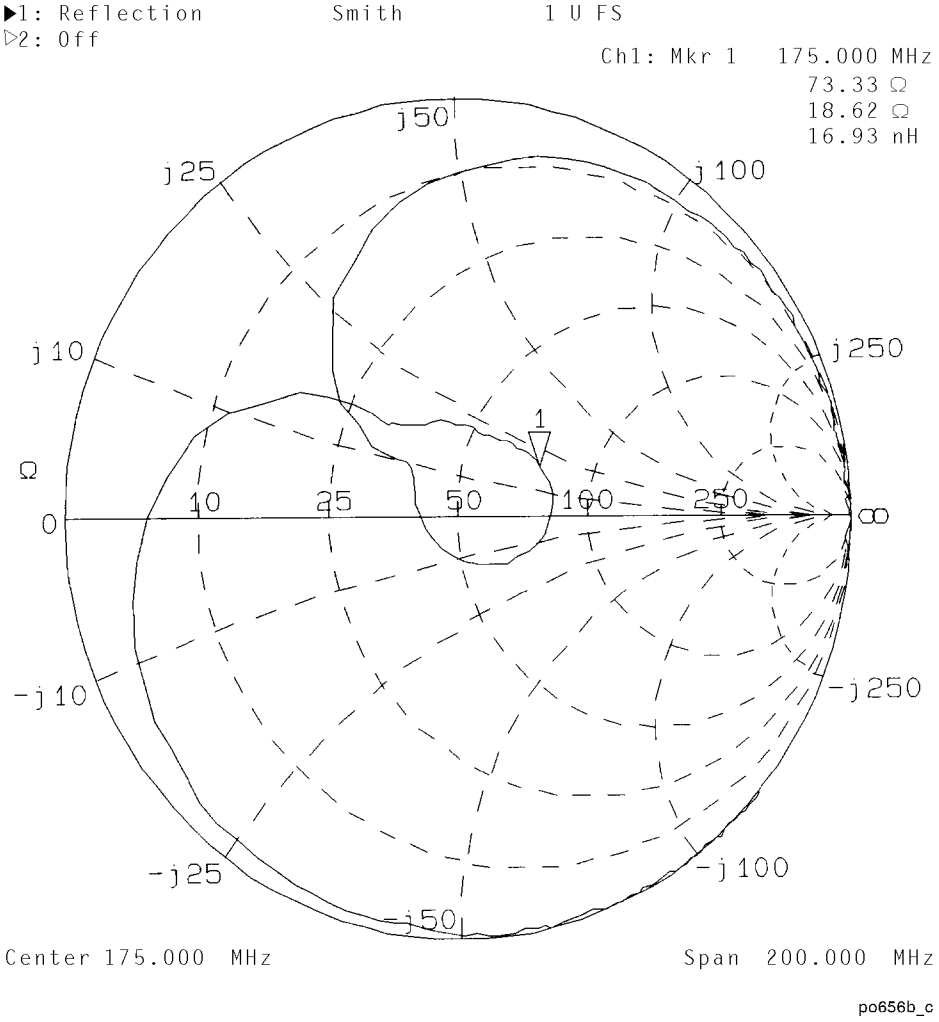
ii. Indem die Meßergebnisse im Polarformat dargestellt und der Betrag und die Phase mit Hilfe der Marken bestimmt werden. Drücken Sie hierzu FORMAT **Polar** .

**Abbildung 2-23 Bestimmung des Betrags und der Phase des Reflexionsfaktors**




3. Abbildung 2-24, “Beispiel für eine Impedanzmessung,” zeigt ein typisches Meßergebnis. Achten Sie auf die Markenanzeige oben rechts im Bildschirm. Die Markenwerte repräsentieren die Frequenz, den Widerstand, den Blindwiderstand und die äquivalente Kapazität bzw. Induktivität.

**Abbildung 2-24 Beispiel für eine Impedanzmessung**



# Impedanzbetragsmessung

Der Betrag der Impedanz (Z) eines Prüflings läßt sich aus dem gemessenen Reflexions- oder Übertragungsfaktor berechnen. Das Darstellungsformat “Impedance Magnitude” ermöglicht die Messung der Impedanz in Abhängigkeit von der Frequenz oder Leistung. Diese Messung ist bei vielen Bauteiltypen, beispielsweise Resonatoren oder diskreten passiven Bauteile, nützlich.

Der Analysator mißt den Reflexions- oder Transmissionsfrequenzgang des Prüflings, berechnet daraus die äquivalente komplexe Impedanz und stellt auf dem Bildschirm den Betrag dar. Diese Umrechnungen werden weiter unten beschrieben.

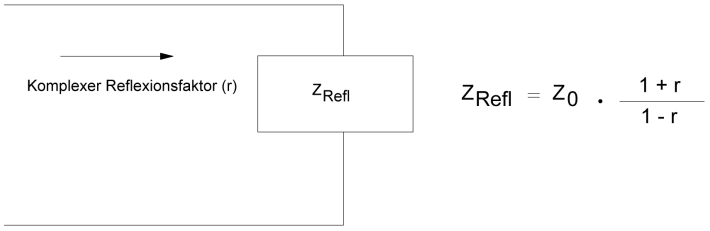
Die Genauigkeit von Impedanzmessungen ist in besonderem Maße von der Genauigkeit der vorangegangenen Kalibrierung abhängig. Die größtmögliche Genauigkeit erzielen Sie, wenn die Impedanz des Prüflings nahe bei der des Meßsystems (50 oder 75 Ohm) liegt. Die Auflösung ist (durch interne Berechnungen) auf etwa 5 bis 10 Milliohm begrenzt.

Drücken Sie zur Wahl des Darstellungsformats “Impedance magnitude” (FORMAT) **More Format** **Impedance Magnitude** .

## Funktionsweise der Reflexionsmessung

Eine Reflexionsmeßkurve läßt sich nach dem Modell und der Formel, die in Abbildung 2-25, “Impedanzberechnung für Reflexionsmessungen”, dargestellt sind, in die äquivalente Impedanz umrechnen. Abbildung 2-25, $\Gamma$ repräsentiert den komplexen Reflexionsfaktor. Die komplexe Impedanz $Z_{Refl}$ wird aus $\Gamma$ und $Z_0$ berechnet. Auf dem Bildschirm wird der Betrag von $Z_{Refl}$ dargestellt. Diese Messung setzt ein Zwei-Tor-Bauteil voraus, das zwischen den Analysator-Anschlüssen REFLECTION RF OUT und TRANSMISSION RF IN angeschlossen ist.

**Abbildung 2-25 Impedanzberechnung für Reflexionsmessungen**

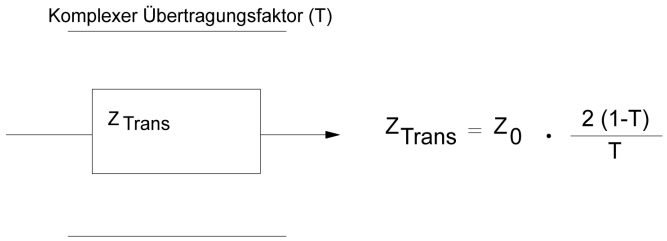



pp611c

# Funktionsweise der Transmissionsmessung

Die Ergebnisse einer Transmissionsmessung lassen sich nach dem Modell und der Gleichung, die in Abbildung 2-26, “Impedanzberechnung für Transmissionsmessungen”, dargestellt sind, in die äquivalente Serienimpedanz umrechnen.

**Abbildung 2-26 Impedanzberechnung für Transmissionsmessungen**




pp612c

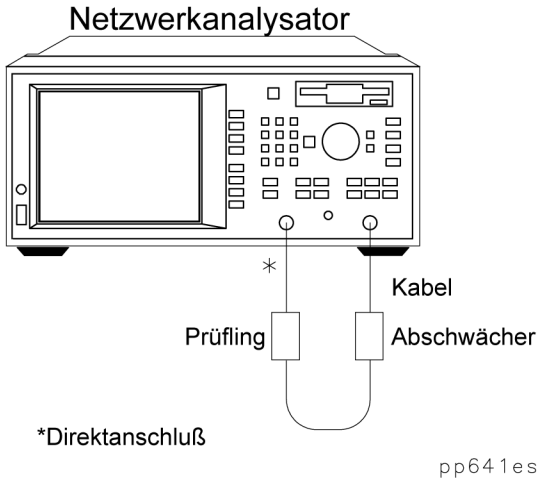
In der obigen Gleichung repräsentiert T den komplexen Übertragungsfaktor. Die komplexe Impedanz $Z_{Trans}$ wird aus T und $Z_0$ berechnet. Auf dem Bildschirm wird der Betrag von $Z_{Trans}$ dargestellt. Dies ist nicht das gleiche wie eine Zwei-Tor-Z-Parameter-Messung, da in den Gleichungen nur der gemessene Parameter verwendet wird.

Da die erweiterte Frequenzgangkalibrierung keine Lastanpassungsfehler korrigieren kann, sind die Ergebnisse der Transmissionsumrechnung weniger genau als die der Reflexionsumrechnung. Es empfiehlt sich, eine möglichst exakt angepaßte Last zu verwenden, um diese Fehler klein zu halten. Eine gute Lastanpassung können Sie beispiels-

weise dadurch erreichen, daß Sie den Ausgang des Prüflings über ein Dämpfungsglied an den Eingang des Analysators anschließen. Siehe Abbildung 2-27. (Das Dämpfungsglied muß auch während der erweiterten Frequenzgangkalibrierung im Signalweg liegen).

Beachten Sie bei der Interpretation solcher Impedanzmessungen, daß der Analysator auf mathematische Weise die äquivalente Serienimpedanz herleitet. Wenn der Prüfling eine signifikante Nebenschlußimpedanz aufweist, können die Ergebnisse erheblich von der erwarteten Serienimpedanz abweichen.

**Abbildung 2-27 Meßanordnung für eine Transmissionsmessung zur Bestimmung des Impedanzbetrags**



# 3 Benutzung der Gerätefunktionen

# Einführung

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Sie die Funktionen zum Analysieren, Abspeichern und Ausdrucken der Meßergebnisse benutzen.

Es werden folgende Funktionen erläutert:

- Marken
- Grenzwerttest
- Automatische Referenzpunkt-Nachführung
- Darstellungsformate
- Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse
- Anschließen und Konfigurieren eines Druckers oder Plotters
- Ausdrucken und Plotten von Meßergebnissen
- Verwendung einer externen Tastatur
- Verwendung eines externen VGA-Bildschirms

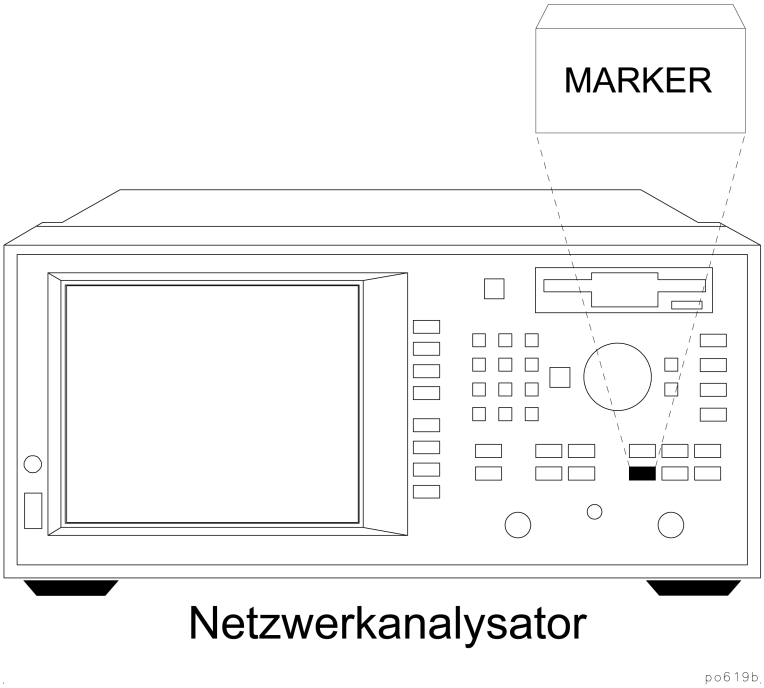
# Markenfunktionen

Die Marken ermöglichen ein direktes Ablesen der numerischen Werte der Meßkurve. Beim kartesischen Darstellungsformat sind jeder Marke ein Stimulus-Wert (X-Wert) und ein Response -Wert (Y-Wert) zugeordnet. Bei Smith-Diagrammen sind jeder Marke vier Werte zugeordnet: Stimulus, Widerstand, Reaktanz und komplexe Impedanz. Bei Polardiagrammen sind jeder Marke drei Werte zugeordnet: Stimulus, Betrag und Phase.

Wenn Sie eine Marke aktivieren und keine andere Funktion aktiv ist, wird der Stimuluswert der Marke im Eingabefeld angezeigt.

Sie können die aktive Marke wahlweise mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (△) (▽) positionieren, oder indem Sie über die Zifferntastatur direkt den gewünschten Stimuluswert eingeben (MARKER). Siehe Abbildung 3-1.

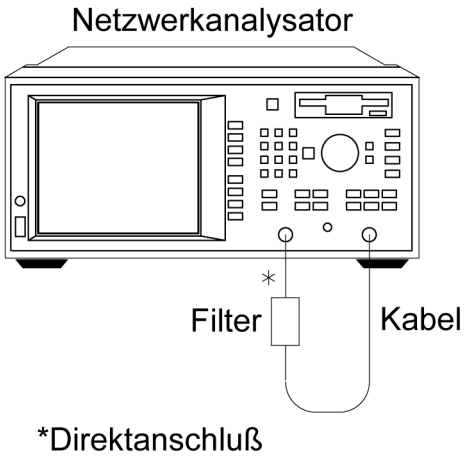
**Abbildung 3-1 MARKER-Taste**



**HINWEIS** Die Frequenzwerte der Marken beider Kanäle sind miteinander gekoppelt. Wenn Sie die Frequenz der Marke in einem Kanal ändern, ändert sich automatisch auch die Frequenz der Marke in dem anderen Kanal.

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Beispiele beziehen sich auf eine Transmissionsfrequenzgang-Messung an einem Filter. Wenn Sie die Beispiele an Ihrem Analysator nachvollziehen möchten, schließen Sie das mit dem Analysator gelieferte Filter gemäß der untenstehenden Abbildung an den Analysator an.

**Abbildung 3-2 Filter an den Analysator anschließen**




Drücken Sie:

(PRESET)

(FREQ) **Center** (175) **MHz**

**Span** (349) **MHz**

(SCALE) **Autoscale**

**HINWEIS** Wenn Sie eine Meßkurve ausdrucken, die eine oder mehrere Marken enthält, können Sie vorgeben, daß zusammen mit der Meßkurve eine Markentabelle ausgedruckt wird. Siehe hierzu "Ausdrucken oder Plotten von Meßergebnissen" weiter unten in diesem Kapitel.

## Marken aktivieren

1. Drücken Sie zum Aktivieren der Marke 1 die Taste (MARKER).
2. Die Marken 2 bis 4 können Sie mit Hilfe von Softkeys aktivieren. Drücken Sie beispielsweise zum Aktivieren der Marke 3 den Softkey **3:** . Drücken Sie zum Aktivieren der Marken 5 bis 8 zuerst **More Markers** und dann den Softkey für die betreffende Marke.
3. Beim Aktivieren einer Marke wird diese entweder auf den gleichen X-Wert gesetzt, auf dem sie sich zuletzt befand, oder in die Mitte der X-Achse.

HINWEIS

### Definition der aktiven Marke

Es können bis zu acht Marken gleichzeitig dargestellt werden, von denen allerdings immer nur eine “aktiv” sein kann. Die aktive Marke hat die Form eines nach unten zeigenden Dreiecks (∇), oberhalb dessen die jeweilige Markennummer angezeigt wird. Alle anderen Marken haben die Form eines nach oben zeigenden Dreiecks (Δ), unterhalb dessen die jeweilige Markennummer angezeigt wird. Die Marken können einzeln mit dem entsprechenden Softkey aktiviert werden.

Die Werte der aktiven Marke werden stets in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt. Den Stimulus-Wert der aktiven Marke können Sie wahlweise mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) verändern oder direkt über die Zifferntastatur eingeben.

## Marken abschalten

1. Zum Abschalten aller Marken drücken Sie (MARKER) **All Off** .
2. Wenn Sie eine einzelne Marke abschalten möchten, aktivieren Sie diese zunächst mit dem entsprechenden Softkey, und drücken Sie dann **Active Marker Off** (diesen Softkey erreichen Sie über **More Markers** ).

# Markensuchfunktionen

Sie können die Marken u. a. zu folgenden Zwecken verwenden:

- Suche nach dem Maximum oder Minimum der Meßkurve
- Suche nach einem bestimmten Zielwert
- Automatische Berechnung der Bandbreite oder Welligkeit eines Filters
- Automatische Suche nach lokalen Maxima oder Minima der Meßkurve

**HINWEIS**

Die “Marker Tracking”-Funktion eignet sich in Verbindung mit den Markensuchfunktionen hervorragend zur Kontrolle von Abgleichmaßnahmen. Bei aktiver “Marker Tracking”-Funktion wird das von der aktiven Marke gelieferte Suchergebnis in jedem Wobbelzyklus aktualisiert. Drücken Sie zum Aktivieren der “Marker Tracking”-Funktion (MARKER) **Marker Search** und wählen Sie dann das gewünschte Suchkriterium. Drücken Sie anschließend **Prior Menu** (falls erforderlich) und **Tracking on OFF** .

**VORSICHT**

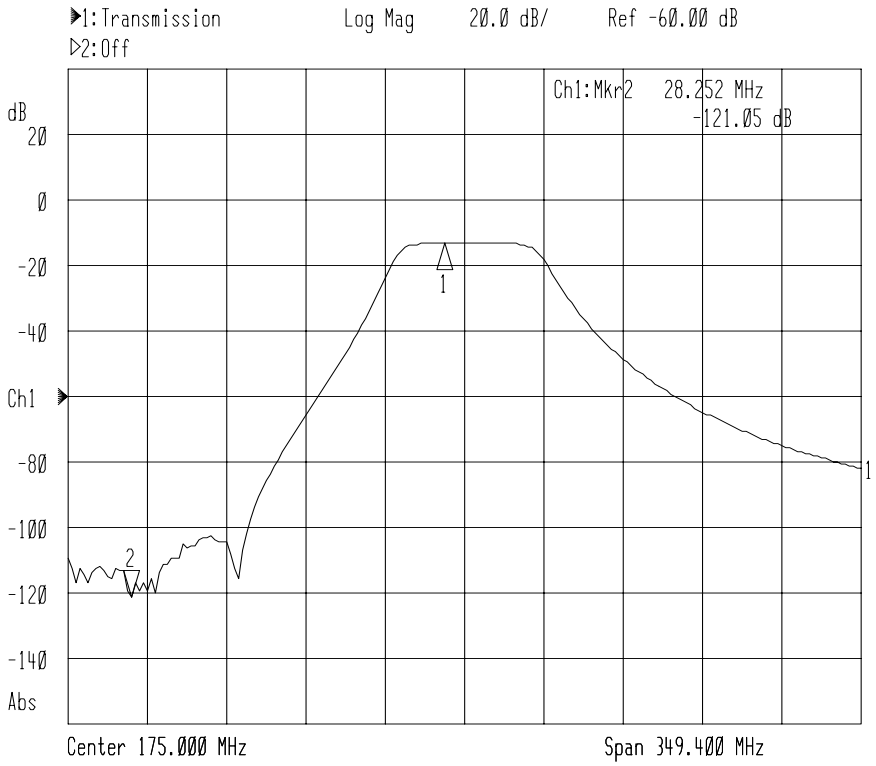
Es kann vorkommen, daß das Markensuchkriterien für Kanal 1 mit dem für Kanal 2 inkompatibel ist, oder umgekehrt. In diesem Fall werden die Marken des inaktiven Kanals entsprechend verschoben. Achten Sie darauf, die Marken für den richtigen Kanal zu verwenden – insbesondere dann, wenn die “Marker Tracking”-Funktion aktiv ist.

### Suche nach Maximum oder Minimum

Die Maximum-Suchfunktion dient zur Suche nach dem absoluten Maximum oder nach lokalen Maxima der Meßkurve. Die Minimum-Suchfunktion dient zur Suche nach dem absoluten Minimum oder nach lokalen Minima der Meßkurve.

1. Drücken Sie **Marker Search** **Max Search** **Mkr –> Max** um die Marke 1 auf das Maximum der Meßkurve zu setzen.
2. Drücken Sie **Prior Menu** **Prior Menu** **2:** **Marker Search** **Min Search** **Mkr –> Min** um die Marke 2 auf das Minimum der Meßkurve zu setzen.
3. Abbildung 3-3 zeigt die Marken 1 und 2 auf dem Maximum bzw. Minimum der Meßkurve.

**Abbildung 3-3 Marken auf dem Maximum und dem Minimum der Meßkurve**

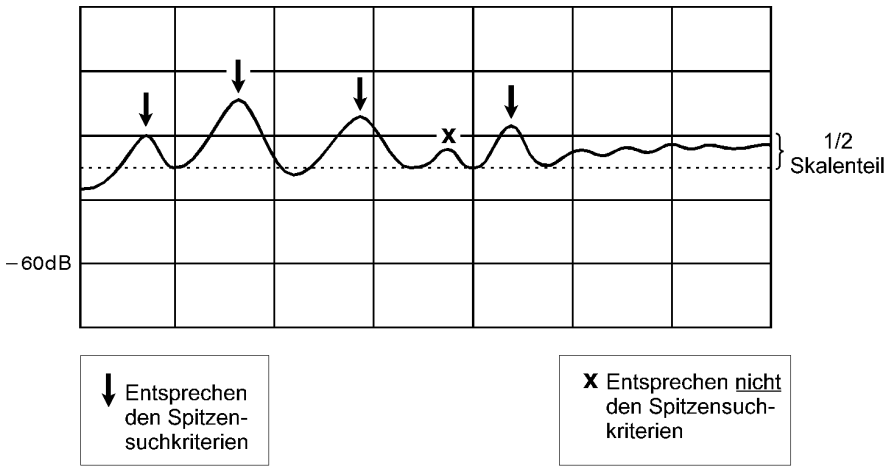



**Suche nach dem nächsten lokalen Maximum oder Minimum**

Wie zuvor erläutert, wird bei Betätigung des Softkeys **Mkr –> Max** bzw. **Mkr –> Min** eine Marke auf das Maximum bzw. Minimum der Meßkurve gesetzt. Mit den Softkeys **Next Peak Right**, **Next Peak Left**, **Next Min Right** und **Next Min Left** können Sie das nächste lokale Maximum bzw. Minimum rechts bzw. links von der derzeitigen Markenposition suchen.

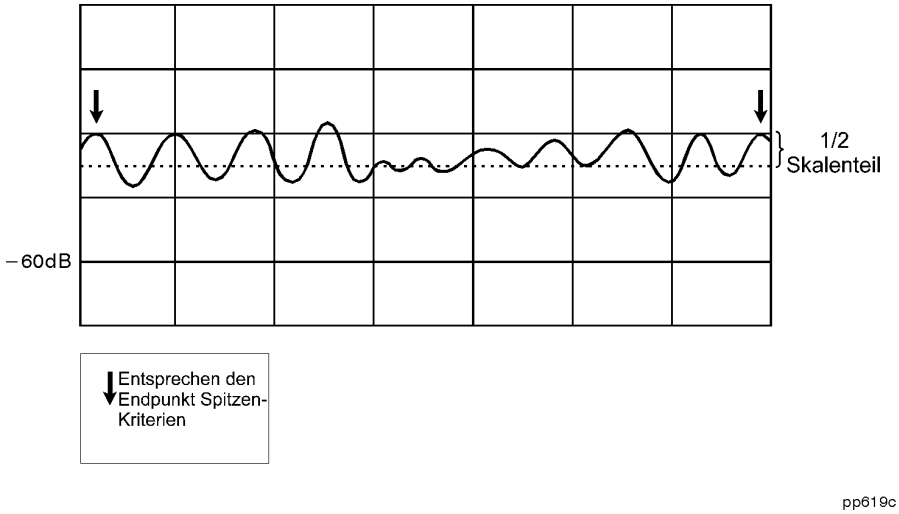
Ein lokales Maximum (Peak) oder Minimum wird von der Suchfunktion nur dann erkannt, wenn die Amplitudenschwankung mehr als ein halbes Skalenteil beträgt. Diese Bedingung muß auf beiden Seiten (links und rechts) des betreffenden lokalen Maximums bzw. Minimums erfüllt sein. Außerdem muß das Maximum bzw. Minimum > –60 dB sein. Siehe Abbildung 3-4.

**Abbildung 3-4 Peak- und Minimum-Suchkriterien**




Wenn ein lokales Maximum oder Minimum in der Nähe des Bildschirmrandes liegt, gilt die Amplitudenschwankungsbedingung auch dann als erfüllt, wenn die Amplitude nur auf einer Seite des betreffenden Extremwertes um mehr als ein halbes Skalenteil schwankt. Siehe Abbildung 3-5.

**Abbildung 3-5 Peak- und Minimum-Suchkriterien an den Rändern des Bildschirms**



### Nach einem Zielwert suchen

1. Drücken Sie **Prior Menu** **Prior Menu** **All Off** **1:** **Marker Search** **Target Search** .
2. Drücken Sie **Target Value** , um die Zielwert-Suchfunktion zu aktivieren, und geben Sie den gewünschten Zielwert ein. (Der Standard-Zielwert beträgt –3 dB.)
3. Drücken Sie **Search Right** und beachten Sie, wie die Marke auf das erste Vorkommen des Zielwertes rechts von der derzeiten Markenposition plaziert wird. Der Zielwert bezieht sich stets auf 0 dB.
4. Drücken Sie **Search Left** und beachten Sie, wie die Marke auf das erste Vorkommen des Zielwertes links von der derzeiten Markenposition plaziert wird.
5. Jedesmal, wenn Sie **Search Right** oder **Search Left** drücken, springt die Marke auf das nächste Vorkommen des Zielwertes. Falls der Zielwert nicht existiert, wird kurzzeitig die Fehlermeldung "`Target not found` (Zielwert nicht gefunden) angezeigt."

### Suche nach Bandbreitenwerten

**HINWEIS** Die Bandbreiten-Suchfunktion ist nur auf Transmissions- oder Pegelmessungen und nur auf das Darstellungsformat “log mag” anwendbar.

1. Drücken Sie (MARKER) **Marker Search** **Bandwidth** .

   Die Bandbreiten-Suchfunktion analysiert die Durchlaßkurve eines Bandpaßfilters und berechnet die auf einen vorgegebenen Amplitudenabfall bezogene Bandbreite sowie die Mittenfrequenz und den Gütefaktor Q (siehe untenstehende Anmerkung). (Der Standard-Bezugswert für die Bandbreiten-Suchfunktion ist –3 dB.) Die Bandbreite wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt. Für die Bandbreitensuche wird die Marke 1 als Delta-Marke konfiguriert. (Die Delta-Marke wird weiter unten in diesem Kapitel ausführlich beschrieben.)

**HINWEIS** Die **Mittenfrequenz** (“Center Frequency”) ist definiert als die Frequenz in der Mitte zwischen den beiden Referenzpunkten.

**Loss** ist die Amplitude der Mittenfrequenz-Marke.

**Q** steht für “quality factor” (Gütefaktor) und ist definiert als das Verhältnis der Resonanzfrequenz zur Bandbreite des Prüflings. Der Analysator berechnet Q, indem er die Mittenfrequenz durch die Bandbreite dividiert.

2. Drücken Sie (–6) (ENTER), um den standardmäßigen Bandbreiten-Bezugswert von –3 dB auf –6 dB abzuändern.
3. Wenn Sie die Frequenzauflösung der Marke ändern möchten, drücken Sie (FREQ) **Disp Freq Resolution** und geben Sie die gewünschte Auflösung ein.

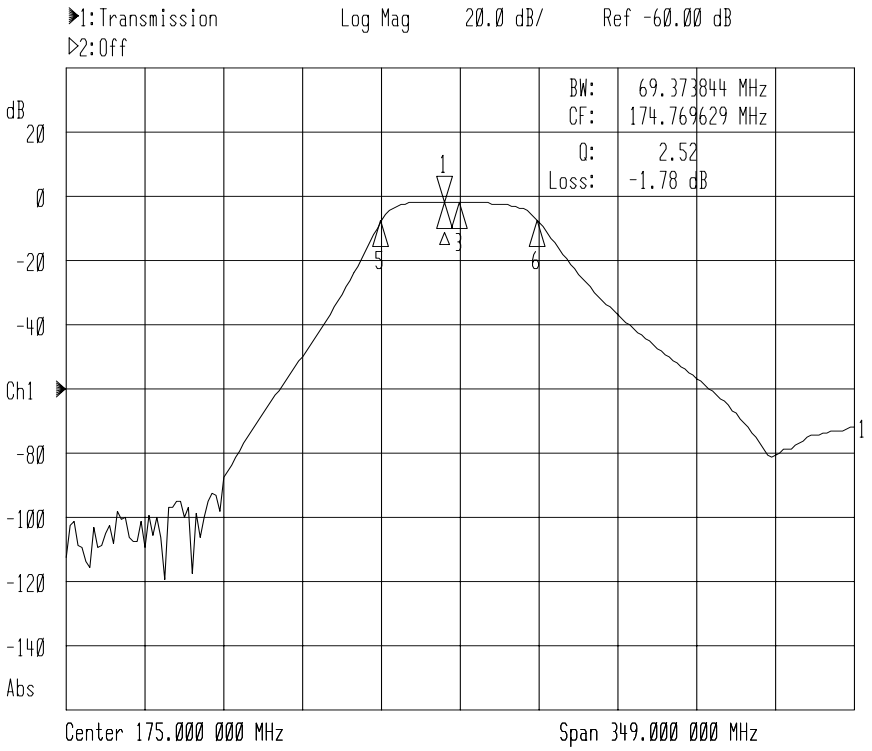
Die folgende Tabelle zeigt die Funktionen der einzelnen Marken. Abbildung 3-6, “Markensuche nach der –6 dB-Bandbreite”, zeigt das Ergebnis einer Suche nach der –6 dB-Bandbreite in Kanal 1.

**Funktionen der einzelnen Marken bei der Bandbreitensuche**

| Funktion | Meßkanal 1 | Meßkanal 2 |
|---|---|---|
| Amplitudenmaximum | Marke 1 | Marke 2 |
| Mittenfrequenz des Durchlaßbereichs[a] | Marke 3 | Marke 4 |
| Bandbreiten-Bezugspunkt (links) | Marke 5 | Marke 7 |
| Bandbreiten-Bezugspunkt (rechts) | Marke 6 | Marke 8 |

a. Die Mittenfrequenz ist definiert als die Mitte zwischen den beiden Bandbreiten-Bezugspunkten.

**Abbildung 3-6 Markensuche nach der –6 dB-Bandbreite**



## Suche nach Sperrfilterwerten

**HINWEIS** Die “Notch”-Suchfunktion ist nur auf Transmissions- oder Pegelmessungen und nur auf das Darstellungsformat “log mag” anwendbar.

1. Um dieses Beispiel an Ihrem Analysator nachzuvollziehen, benötigen Sie ein Sperrfilter. Schließen Sie das Sperrfilter gemäß Abbildung 3-2 an den Analysator an.
2. Drücken Sie (MARKER) **All Off** **Marker Search** **Notch** .
3. Die “Notch”-Suchfunktion analysiert die Durchlaßkurve eines Sperrfilters und berechnet die auf einen vorgegebenen Amplitudenabfall bezogene Bandbreite sowie die Mittenfrequenz und den Gütefaktor Q (siehe untenstehende Anmerkung). (Der Standard-Bezugswert für die Notch-Suchfunktion ist –6 dB.) Die Bandbreite wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt. Für die Notch-Suche wird die Marke 1 als Delta-Marke konfiguriert. (Die Delta-Marke wird weiter unten in diesem Kapitel ausführlich beschrieben.)

**HINWEIS** **Q** steht für “quality factor” (Gütefaktor) und ist definiert als das Verhältnis der Resonanzfrequenz zur Bandbreite des Prüflings. Der Analysator berechnet Q, indem er die Mittenfrequenz durch die Bandbreite dividiert.

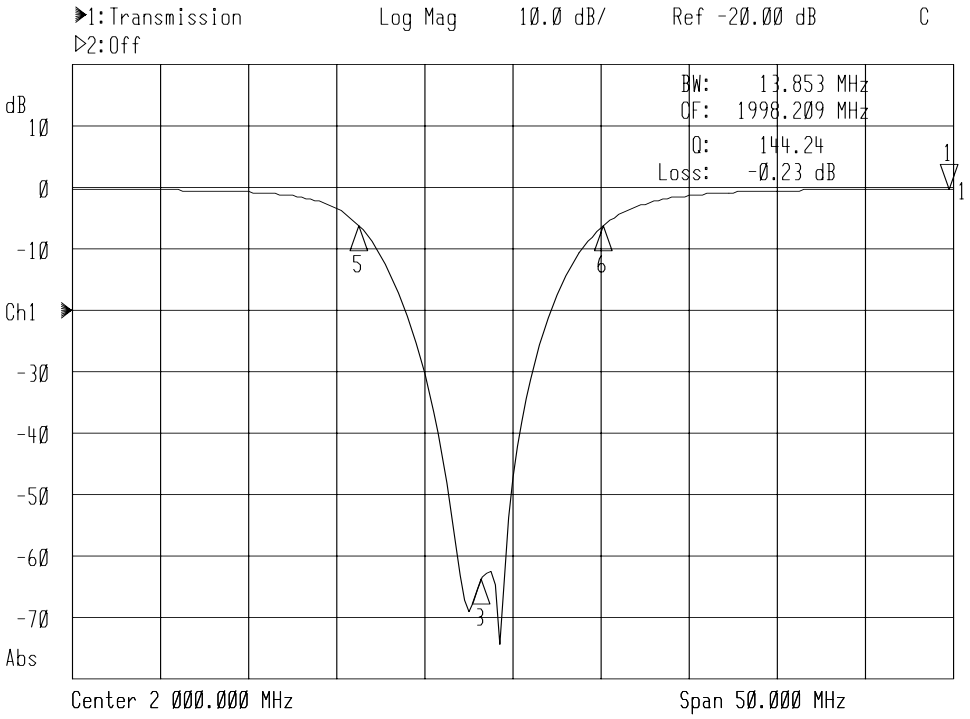
Die folgende Tabelle zeigt die Funktionen der einzelnen Marken. Abbildung 3-7 zeigt das Ergebnis einer Suche nach der –6 dB-Bandbreite in Kanal 1.

**Funktionen der einzelnen Marken bei der “Notch”-Suche**

| Funktion | Meßkanal 1 | Meßkanal 2 |
|---|---|---|
| Amplitudenmaximum | Marke 1 | Marke 2 |
| Mittenfrequenz des Sperrbereichs[a] | Marke 3 | Marke 4 |
| Linker “Notch”-Bezugspunkt (–n dB) [b] | Marke 5 | Marke 7 |
| Rechter “Notch”-Bezugspunkt (–n dB) [b] | Marke 6 | Marke 8 |

a. Die Mittenfrequenz ist definiert als die Mitte zwischen den beiden Bandbreiten-Bezugspunkten.
b. n ist der Zielwert, und der –n dB-Punkt ist auf das Meßkurvenmaximum (Marke 1) bezogen.

**Abbildung 3-7 Ergebnis einer Markensuche nach der –6 dB-Bandbreite eines Sperrfilters**



### Suche nach Mehrfach-“Peaks” oder -“Notches”

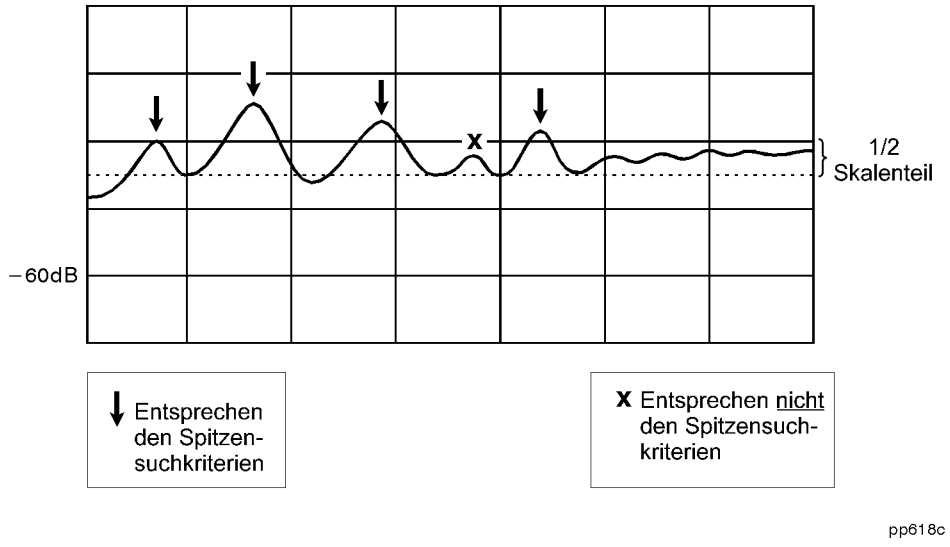
Die “Multi-Peak”- und “Multi-Notch”-Suchfunktionen sind für Messungen an Filtern höherer Ordnung gedacht. Beide Funktionen durchsuchen die Meßkurve automatisch von links nach rechts und setzen auf jedes lokale Maximum oder Minimum eine Marke. Es werden bis zu acht Maxima oder Minima gefunden. Bei der Suche werden nur Werte oberhalb –60 dB berücksichtigt. Bei aktiver “Marker Tracking”-Funktion wird die “Multi-Peak/Notch”-Suche nach jedem Wobbelzyklus durchgeführt.

**HINWEIS**

Während einer Multi-Peak- oder Multi-Notch-Suche befinden sich immer acht Marken auf der Meßkurve, ganz gleich, wieviele “Peaks” oder “Notches” gefunden werden. Die “nicht benötigten” Marken werden auf den rechten Endpunkt der Meßkurve gesetzt.

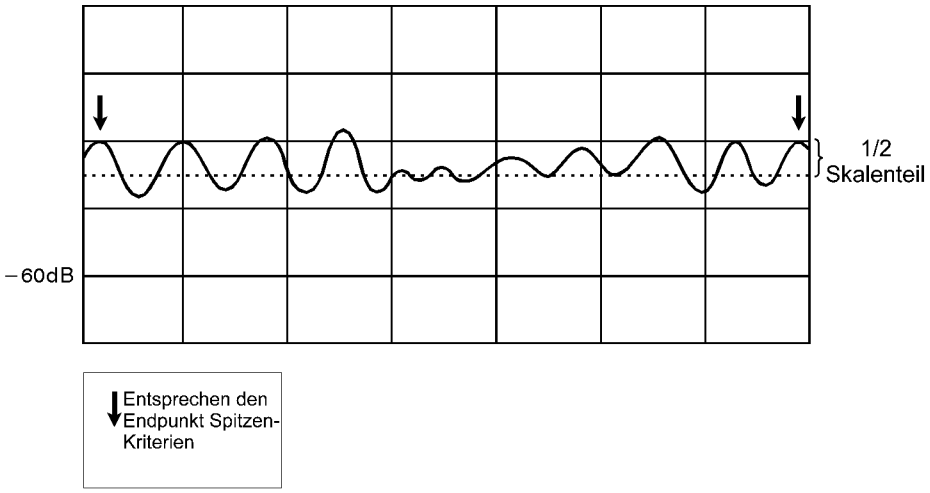
Ein lokales Maximum oder Minimum wird von der Suchfunktion nur dann erkannt, wenn die Amplitudenschwankung mehr als ein halbes Skalenteil beträgt. Diese Bedingung muß auf beiden Seiten (links und rechts) des betreffenden lokalen Maximums bzw. Minimums erfüllt sein. Außerdem muß das Maximum bzw. Minimum > –60 dB sein. Siehe Abbildung 3-8.

**Abbildung 3-8 Peak- und Minimum-Suchkriterien**



Wenn ein lokales Maximum oder Minimum in der Nähe des Bildschirmrandes liegt, gilt die Amplitudenschwankungsbedingung auch dann als erfüllt, wenn die Amplitude nur auf einer Seite des betreffenden Extremwertes um mehr als ein halbes Skalenteil schwankt. Siehe Abbildung 3-9.

**Abbildung 3-9 Peak- und Minimum-Suchkriterien an den Rändern des Bildschirms**




Schließen Sie ein Filter höherer Ordnung an, und drücken Sie (MARKER) **Marker Search** **More** und **Multi Peak** , falls es sich um ein Bandpaßfilter handelt, bzw. **MultiNotch** , falls es sich um ein Sperrfilter handelt.

Die Abbildungen Abbildung 3-10, “Ergebnis einer “Multi-Peak”-Suche”, und Abbildung 3-11, “Ergebnis einer “Multi-Notch”-Suche”, zeigen Beispiele für eine “Multi-Peak”- bzw. “Multi-Notch”-Suche.

**Abbildung 3-10 Ergebnis einer “Multi-Peak”-Suche**

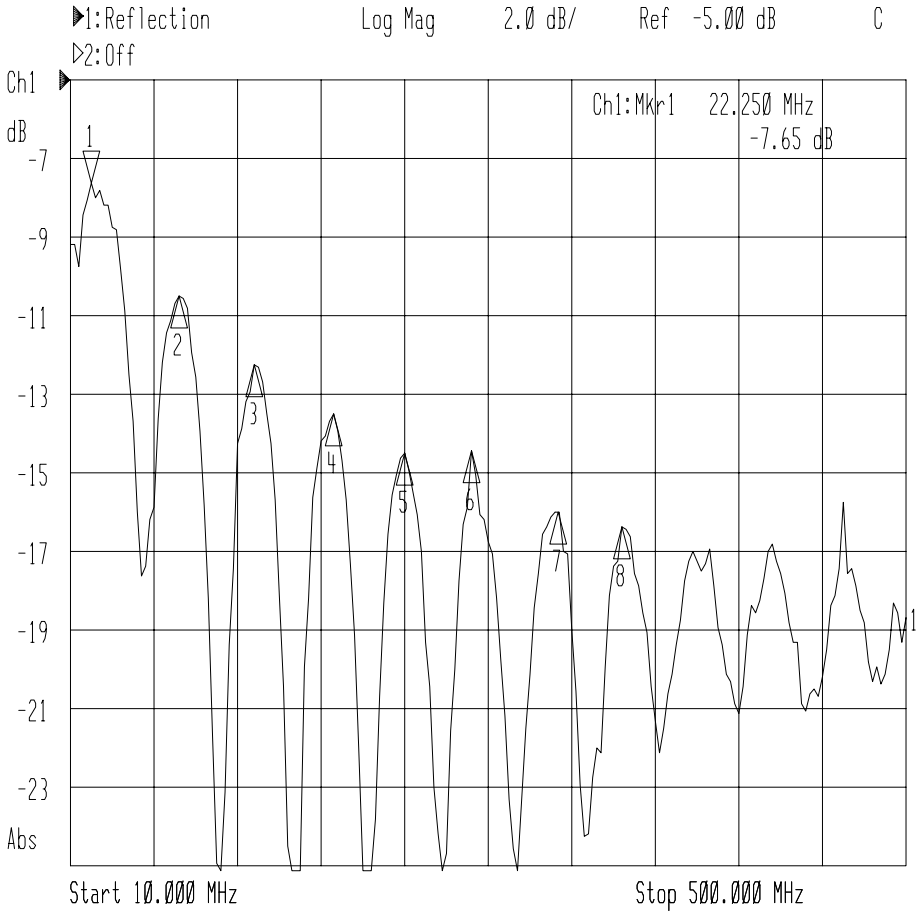
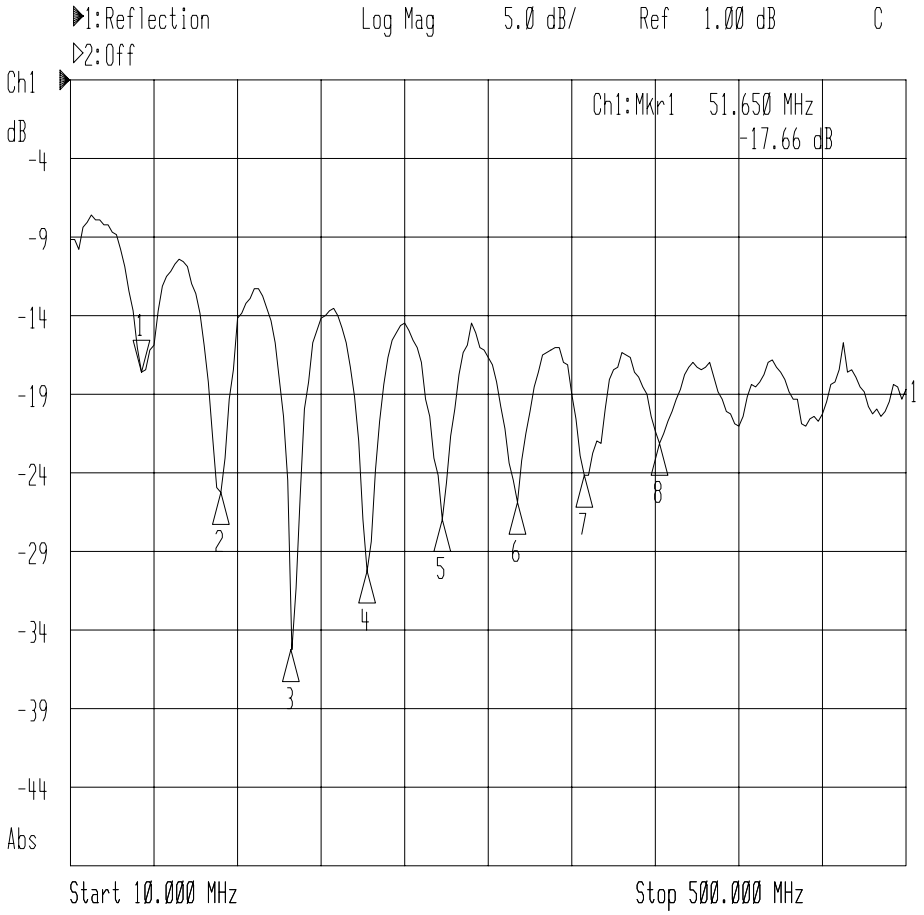


**Abbildung 3-11 Ergebnis einer “Multi-Notch”-Suche**



# Mathematische Markenfunktionen

Der Analysator bietet drei mathematische Markenfunktionen – “Statistics”, “Flatness” und “RF filter stats” – zur Auswertung von Amplitudendaten eines ausgewählten Meßkurvensegments.

Das Meßkurvensegment für Kanal 1 wird durch die Marken 1 und 2 definiert; das Meßkurvensegment für Kanal 2 wird durch die Marken 3 und 4 definiert. Die “Marker Math”-Parameter werden nach jedem Wobbelzyklus aktualisiert, sowie immer dann, wenn eine der Marken verschoben wird. Die “Marker Tracking”-Funktion ist nicht zusammen mit den “Marker Math”-Funktionen anwendbar.

**HINWEIS** Die “Marker Math”-Funktionen und die Markensuchfunktionen können nicht gleichzeitig aktiv sein.

## Markenstatistik-Funktionen

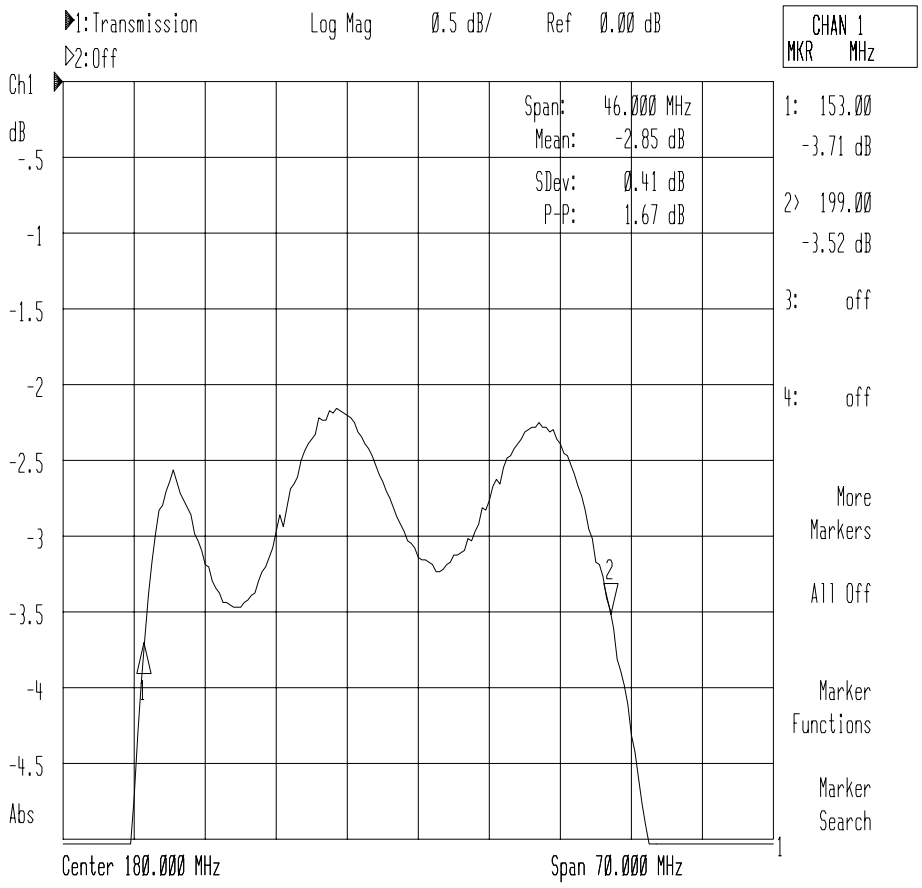
Die Markenstatistikfunktionen analysieren ein benutzerdefiniertes Meßkurvensegment und berechnen folgende Größen:

- Frequenzspanne
- Mittlerer Pegel
- Standardabweichung des Amplitudenfrequenzgangs
- Spitze-Spitze-Welligkeit

Die Grenzwerttestfunktion ist auch auf den statistisch berechneten mittleren Pegel und die Spitze-Spitze-Welligkeit anwendbar. Siehe ““Marker-Limit”-Funktionen” weiter unten in diesem Kapitel.

1. Drücken Sie bei aktivem Kanal 1 (MARKER) und setzen Sie die Marken 1 und 2 auf den Anfang bzw. das Ende des interessierenden Meßkurvensegments. (Wenn Sie die Berechnungen in Kanal 2 durchführen möchten, definieren Sie das Segment mit Hilfe der Marken 3 und 4).
2. Drücken Sie **Marker Functions** **Marker Math** **Statistics** .
3. Abbildung 3-12, ““Marker Statistics”-Funktion”, zeigt ein markiertes Meßkurvensegment. Achten Sie auf die Markenanzeige oben rechts im Bildschirm.

**Abbildung 3-12 “Marker Statistics”-Funktion**



### "Marker Flatness"-Suchfunktion

Die Marker-Flatness-Suchfunktion analysiert ein benutzerdefiniertes Meßkurvensegment und berechnet folgende Größen:

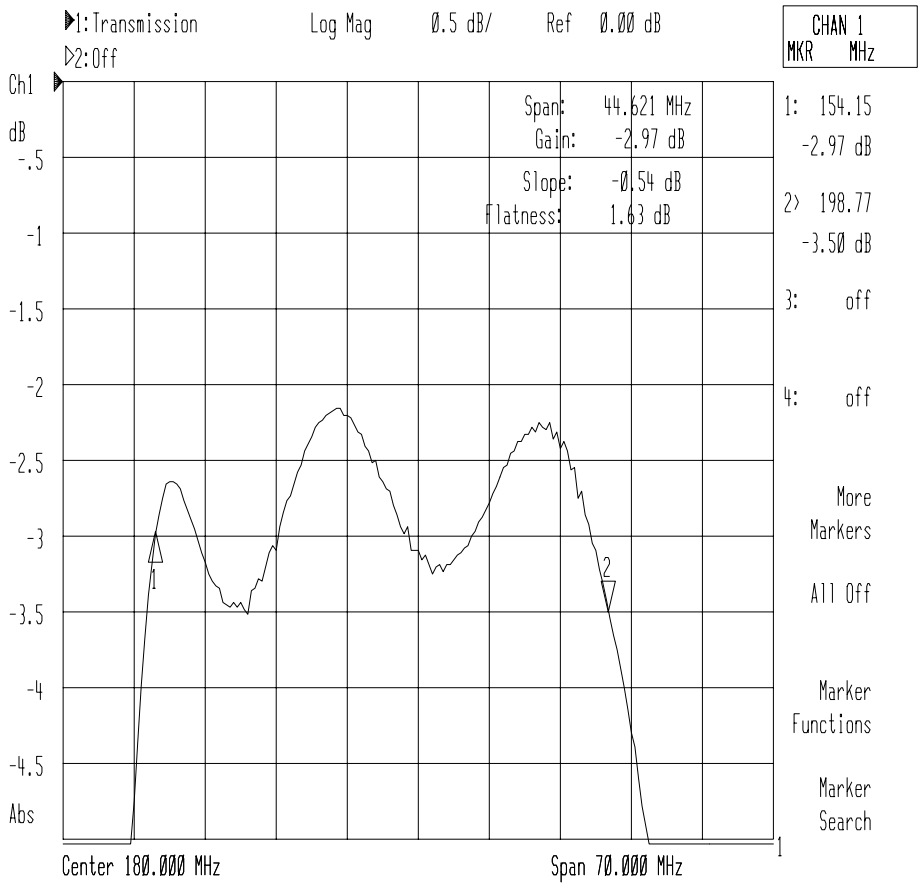
- Frequenzspanne
- Verstärkung
- Steilheit
- Welligkeit

Zur Berechnung der Welligkeit wird eine gerade Linie durch die markierten Meßpunkte gezogen. Für jeden einzelnen Meßpunkt wird die maximale vertikale Abweichung von dieser Bezugsgeraden berechnet. Die Welligkeit entspricht der Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Abweichung von der Bezugsgeraden.

Die Grenzwerttestfunktion ist auch auf das Ergebnis der Welligkeitsberechnung anwendbar. Siehe ""Marker-Limit"-Funktionen" weiter unten in diesem Kapitel.

1. Drücken Sie bei aktivem Kanal 1 (MARKER) und setzen Sie die Marken 1 und 2 auf den Anfang bzw. das Ende des interessierenden Meßkurvensegments. (Wenn Sie die Berechnungen in Kanal 2 durchführen möchten, definieren Sie das Segment mit Hilfe der Marken 3 und 4).
2. Drücken Sie **Marker Functions** **Marker Math** **Flatness** .
3. Abbildung 3-13, ""Marker Flatness"-Funktion", zeigt ein markiertes Meßkurvensegment. Achten Sie auf die Markenanzeige oben rechts im Bildschirm.

**Abbildung 3-13 “Marker Flatness”-Funktion**

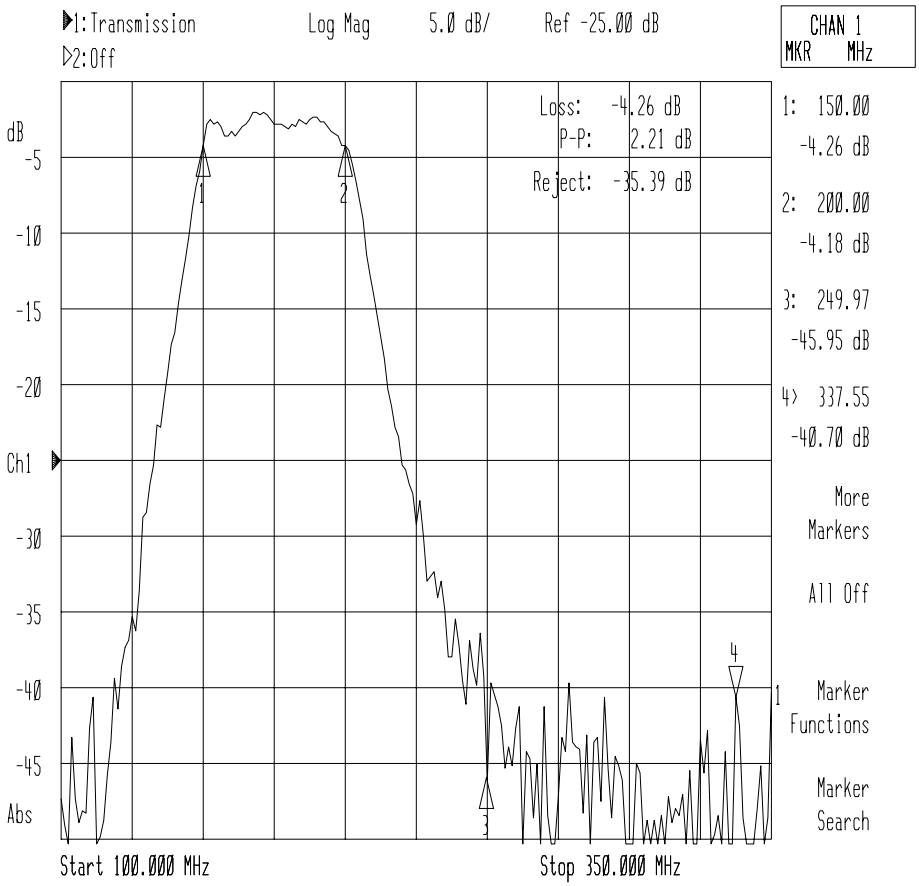


### "RF Filter Statistics"-Funktion

Die RF-Filter-Statistics-Funktion mißt in einem einzigen Wobbelzyklus sowohl die Durchlaßbereich- als auch die Sperrbereich-Parameter eines Filters.

1. Drücken Sie für eine Messung in Kanal 1 (MARKER) , und setzen Sie die Marken 1 und 2 auf den Anfang bzw. das Ende des Durchlaßbereichs. Setzen Sie die Marken 3 und 4 auf den Anfang bzw. das Ende des Sperrbereichs. (Wenn Sie die Berechnungen in Kanal 2 durchführen möchten, definieren Sie das Segment mit Hilfe der Marken 5 und 8).
2. Drücken Sie **Marker Functions** **Marker Math** **RF Filter Stats** .
3. Nach jedem Wobbelzyklus werden automatisch die Einfügedämpfung und die Spitze-Spitze-Welligkeit im Durchlaßbereich sowie der maximale Signalpegel im Sperrbereich berechnet. Die Einfügedämpfung ist definiert als der minimale Amplitudenwert im Bereich zwischen den Marken 1 und 2, bezogen auf 0 dB. Die Spitze-Spitze-Welligkeit im Durchlaßbereich ist definiert als die Differenz zwischen der maximalen und der minimalen Amplitude im Durchlaßbereich (der durch die Marken 1 und 2 definiert wurde). Die Sperrdämpfung ist definiert als die Differenz zwischen der minimalen Amplitude im Durchlaßbereich und der maximalen Amplitude im Sperrbereich.
4. Abbildung 3-14 zeigt ein typisches Ergebnis einer "RF Filter Statistics"-Suche.

**Abbildung 3-14 “RF Filter Statistics”-Funktion**



# Delta- (Δ) Marken

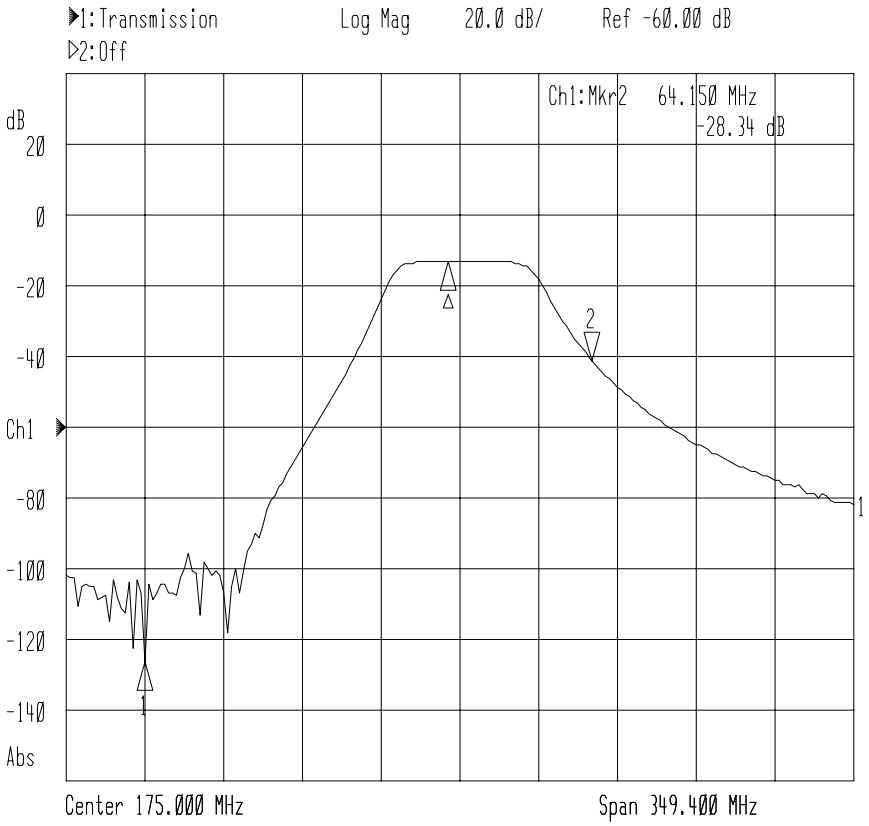
Beim Aktivieren der Betriebsart Delta-Marke erscheint an der Position der aktiven Marke eine Referenzmarke. Anschließend werden alle Markenwerte auf diese Referenzmarke bezogen angezeigt. Wenn sich die Amplitude der Meßkurve ändert, ändert sich auch der Referenzmarkenwert. Die Delta-Marke hat die Form eines nach oben zeigenden Dreiecks (Δ) mit einem darunter liegenden Delta-Symbol (Δ).

Die Grenzwerttestfunktion ist auch auf Delta-Amplituden und Delta-Frequenzwerte anwendbar. (Siehe ""Marker-Limit"-Funktionen" weiter unten in diesem Kapitel.)

Wenn Sie das folgende Beispiel an Ihrem Analysator nachvollziehen möchten, konfigurieren Sie das Gerät für eine Transmissionsmessung an dem Bandpaßfilter, das mit dem Analysator geliefert wurde.

1. Drücken Sie (MARKER) **All Off** **Marker Search** **Max Search** **Mkr –> Max** , um die Marke 1 (die aktive Marke) auf das Meßkurvenmaximum zu setzen.
2. Drücken Sie **Prior Menu** **Prior Menu** **Marker Functions** **Delta Mkr ON** , um eine Referenzmarke auf die Position der aktiven Marke zu setzen.
3. Drücken Sie **Prior Menu** **Marker Search** **Min Search** **Mkr –> Min** um die Marke 1 auf das Minimum der Meßkurve zu setzen.
4. Die Differenz zwischen den Frequenz- und Amplitudenwerten der beiden Marken wird in der oberen rechten Ecke des Bildschirms angezeigt.
5. Drücken Sie **Prior Menu** **Prior Menu** **2:** . Verschieben Sie die Marke 2 mit Hilfe des Drehknopfs weiter nach rechts. Beachten Sie, daß auch die Werte der Marke 2 bezogen auf die Delta-Marke angezeigt werden.

**Abbildung 3-15 Betriebsart Delta-Marke**



# Weitere Markenfunktionen

**"Marker-to-Center-Frequency"-Funktion**

Wenn Sie die "Marker-to-Center-Frequency"-Funktion aktivieren, wird die durch die aktive Marke markierte Frequenz zur Mittenfrequenz; dabei wird gegebenenfalls die Wobbelbandbreite begrenzt. Wenn diese Funktion aktiviert wird, während alle Marken abgeschaltet sind, wird zuerst die Marke 1 aktiviert; falls die Marke 1 zuvor schon einmal positioniert wurde, erscheint sie in der vorigen Position, anderenfalls auf der Mittenfrequenz (Standardposition).

1. Drücken Sie (MARKER) und setzen Sie die Marke mit Hilfe des Drehknopfs oder durch direkte Werteeingabe über die Zifferntastatur auf 200 MHz.
2. Drücken Sie **Marker Functions** **Marker –> Center** und beachten Sie, daß die Meßkurve sich verschoben hat und die Mittenfrequenz jetzt 200 MHz beträgt.

**"Marker-to-Reference"-Funktion**

Wenn Sie die "Marker-to-Reference"-Funktion aktivieren, wird der Amplitudenwert der aktiven Marke zum Referenzpegel. (Diese Funktion hat keinen Einfluß auf die Referenz*position*). Wenn diese Funktion aktiviert wird, während alle Marken abgeschaltet sind, wird zuerst die Marke 1 aktiviert; falls die Marke 1 zuvor schon einmal positioniert wurde, erscheint sie in der vorigen Position, anderenfalls auf der Mittenfrequenz (Standardposition).

1. Drücken Sie (MARKER) und setzen Sie die Marke mit Hilfe des Drehknopfs oder durch direkte Werteeingabe über die Zifferntastatur auf etwa –10 dB.
2. Drücken Sie **Marker Functions** **Marker –> Reference** und beachten Sie, daß die Meßkurve nach oben verschoben wurde und die Marke sich jetzt exakt auf dem Referenzpegel befindet.

**"Marker to Electrical-Delay"-Funktion**

Die "Marker-to-Electrical-Delay"-Funktion ermöglicht es, eine (positive oder negative) Signalverzögerung am Empfängereingang zu simulieren. Durch Wahl einer geeigneten Verzögerung können Sie den Phasengang im Bereich der aktiven Marke ebnen. Sie können diese Funktion auch dazu benutzen, die elektrische Länge des Prüflings oder den Phasenlinearitätsfehler zu messen. Drücken Sie zum Aktivieren dieser Funktion **Marker Functions** **Marker –> Elec Delay** .

Weitere Informationen über die elektrische Länge finden Sie unter "Kompensieren von Phasenverschiebungen innerhalb der Meßanordnung" in Kapitel 4.

## Polar-Format-Marken

Die Polar-Markenwerte werden als Betrag und Phase angezeigt. Diese Marken sind nur verfügbar, wenn die Meßergebnisse im Polarformat dargestellt werden. Drücken Sie zur Wahl des Polarformats FORMAT **Polar** .

## Smith-Diagramm-Marken

Bei Smith-Diagrammen sind jeder Marke vier Werte zugeordnet: Frequenz, Widerstand, Reaktanz und komplexe Impedanz. Drücken Sie zur Wahl des Smith-Diagramm-Formats FORMAT **Smith Chart** . Informationen über die Interpretation von Smith-Diagrammen finden Sie unter “Impedanzmessung mit Darstellung als Smith-Diagramm” in Kapitel 2.

# Grenzwerttest

Bei einem Grenzwerttest werden die aktuellen Meßergebnisse mit benutzerdefinierten Grenzwerten verglichen. Je nachdem, ob die Meßkurve innerhalb oder außerhalb der vorgegebenen Grenzwerte liegt, gibt der Analysator eine PASS- oder FAIL-Meldung aus.

Die Grenzwerttestfunktion eignet sich hervorragend zur Echtzeitkontrolle von Abgleichmaßnahmen. Die Ergebnisse des Grenzwerttests können sowohl auf dem Bildschirm als auch durch ein Signal am rückseitigen Anschluß LIMIT TEST TTL IN/OUT angezeigt werden.

Die Grenzwertbedingungen werden durch Liniensegmente definiert; dabei haben Sie die Wahl zwischen horizontalen, geneigten oder Ein-Punkt-Segmenten. Die verschiedenen Linientypen können einzeln verwendet oder miteinander kombiniert werden. Die Grenzwerttestfunktion ist auch auf die Ergebnisse folgender Markensuchfunktionen anwendbar: “Statistical Mean”, “Peak-to-Peak Ripple”, “Flatness”, “Delta Amplitude” und “Delta Frequency”.

**HINWEIS** Grenzwerttests sind nur auf aktuelle Meßkurven anwendbar und nicht auf gespeicherte.

**HINWEIS** Auf Meßkurven im Smith-Diagramm- oder Polar-Format ist die Grenzwerttestfunktion nicht anwendbar. Wenn Sie bei aktiver Grenzwerttestfunktion auf das Smith-Diagramm- oder Polar-Format umschalten, wird die Grenzwertlinie (oder werden die Grenzwertlinien) automatisch abgeschaltet.

Die folgenden Beispiele beziehen sich auf das mit dem Analysator gelieferte Bandpaßfilter. Wenn Sie die Beispiele an Ihrem Analysator nachvollziehen möchten, schließen Sie das Filter an den Analysator an, und drücken Sie folgende Tasten:

PRESET

FREQ **Center** 175 **MHz**

**Span** 200 **MHz**

SCALE 5 **Enter**

**Reference Level** –15 **Enter**

## Erstellen einer horizontalen Grenzwertlinie

In diesem Beispiel wird eine Minimum-Grenzwertlinie für den Frequenzbereich von 155 MHz bis 195 MHz bei einem Pegel von –3 dB erstellt.

1. Drücken Sie zum Aufrufen des Grenzwertlinien-Menüs (DISPLAY) **Limit Menu** .
2. Drücken Sie zum Erstellen einer neuen Minimum-Grenzwertlinie **Add Limit** **Add Min Line** .
3. Drücken Sie **Begin Frequency** (155) **MHz** .
4. Drücken Sie **End Frequency** (195) **MHz** .
5. Drücken Sie **Begin Limit** (–3) **Enter** .
6. Drücken Sie **End Limit** (–3) **Enter** .
7. Beachten Sie, daß etwa in der horizontalen Mitte des Bildschirms eine ebene Grenzwertlinie erscheint.
8. Schalten Sie das Gitterraster ab, damit die Grenzwertlinie deutlicher hervortritt. Drücken Sie hierzu (DISPLAY) **More Display** **Graticule ON off** .
9. Um zu überprüfen, ob Ihr Filter der soeben definierten Minimum-Grenzwertbedingung entspricht, aktivieren Sie die Grenzwerttestfunktion: **Prior Menu** **Limit Menu** **Limit Test ON** .
10. Auf dem Bildschirm wird jetzt das Ergebnis des Grenzwerttests angezeigt: PASS (bestanden) oder FAIL (nicht bestanden). Wenn Sie das mit dem Analysator gelieferte Filter verwenden, sollte PASS angezeigt werden.

    Um die aktuelle Grenzwertlinie zu editieren und zu sehen, wie eine FAIL-Meldung aussieht, drücken Sie **Edit Limit** und setzen Sie **Begin Limit** und **End Limit** auf 0 dB.
11. Beachten Sie, daß auf dem Bildschirm jetzt FAIL ⚠ angezeigt wird.

**HINWEIS**

Sie können die Position der PASS/FAIL-Anzeige verändern, den PASS/FAIL-Text ein-/ausschalten und das FAIL-Symbol im Menü “Limit options” ein-/ausschalten. Drücken Sie hierzu (DISPLAY) **Limit Menu** **Limit Options** . Siehe “Anpassen der Bildschirmdarstellung” weiter unten in diesem Kapitel.

12. Bevor Sie mit dem nächsten Abschnitt fortfahren, ändern Sie die Anfangs- und Endwerte der Grenzwertlinie wieder auf –3 dB ab.

## Erstellen einer geneigten Grenzwertlinie

Eine geneigte Grenzwertlinie hat unterschiedliche Anfangs- und Endwerte. In diesem Beispiel wird eine geneigte Grenzwertlinie mit einem Anfangswert von –35 dB bei 130 MHz und einem Endwert von –3 dB bei 155 MHz erstellt.

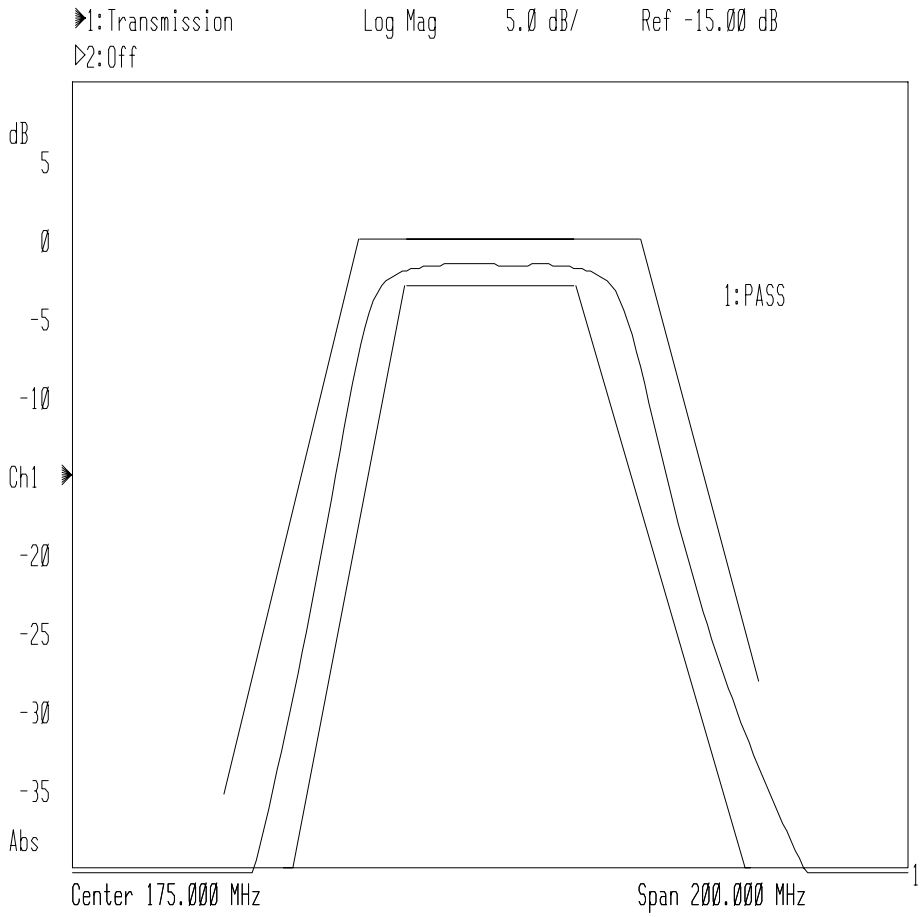
1. Drücken Sie **Prior Menu** **Add Limit** **Add Min Line** **Begin Frequency** (130) **MHz** .
2. Drücken Sie **End Frequency** (155) **MHz** .
3. Drücken Sie **Begin Limit** (–35) **Enter** .
4. Drücken Sie **End Limit** (–3) **Enter** .

**HINWEIS**

Beim Erstellen von Grenzwertlinien können Sie die Frequenz und die Grenzwerte wahlweise mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (△) (▽) verändern oder direkt über die Zifferntastatur eingeben.

Abbildung 3-16, “Grenzwertlinien”, zeigt Grenzwertlinien zum Testen eines Bandpaßfilters. Bei der dargestellten Messung wurde ein Filter an den Analysator angeschlossen und so abgeglichen, daß sein Frequenzgang innerhalb der vorgegebenen Grenzwertlinien liegt. Die PASS/FAIL-Anzeige erlaubt eine schnelle Beurteilung des Abgleichergebnisses.

**Abbildung 3-16 Grenzwertlinien**



## Erstellen eines Ein-Punkt-Grenzwertes

Unter Umständen interessiert lediglich der Amplitudenwert bei einer bestimmten Frequenz. In solchen Fällen können Sie einen Ein-Punkt-Grenzwert erstellen. Das folgende Beispiel bezieht sich auf die Einstellungen aus dem vorigen Beispiel und setzt voraus, daß das gemessene Bandpaßfilter bei 174 MHz eine Einfügedämpfung von weniger als 3 dB aufweist. Nachfolgend wird ein Ein-Punkt-Grenzwert von –3 dB bei 174 MHz erstellt.

**VORSICHT**

Bei Grenzwerttests werden nur tatsächliche Meßpunkte berücksichtigt, jedoch *keine* interpolierten Werte. Wenn Sie einen Ein-Punkt-Grenzwert vorgeben, wird dieser auf den Meßpunkt angewandt, dessen Frequenz der Frequenz des Grenzwertes am nächsten kommt. Siehe "Weitere Hinweise zu Grenzwerttests" weiter unten in diesem Kapitel.

1. Drücken Sie **Prior Menu** **Add Limit** **Add Min Point** .
2. Drücken Sie **Frequency** (174) **MHz** .
3. Drücken Sie **Limit** (–3) **Enter** .

## "Marker-Limit"-Funktionen

In der "Marker Limit"-Tabelle sind die folgenden Marken-Grenzwerttesttypen verfügbar:

- "Statistic: Mean"
- "Statistic: p-p"
- "Flatness"
- "Delta Ampl"
- "Delta Freq"

Sie können PASS/FAIL-Grenzwerttests auf die Ergebnisse folgender "Marker Math"-Funktionen anwenden: "Statistical Mean", "Peak-to-Peak Ripple" und "Flatness". (Ausführliche Informationen über diese Suchfunktionen finden Sie unter "Markenstatistik- Funktionen" und ""Marker Flatness"- Suchfunktion" weiter oben in diesem Kapitel.) Weiterhin können Sie mit Hilfe spezieller Marken auch an Delta-Amplituden- oder Delta-Frequenz-Messungen Grenzwerttests durchführen.

Alle diese speziellen Marken-Grenzwerttestfunktionen können mit der normalen Grenzwerttestfunktion kombiniert werden.

**“Statistical Mean”**

1. Dieser Grenzwerttest erfordert, daß Sie zuerst mit Hilfe der Marken 1 und 2 (für Kanal 1) bzw. 3 und 4 (für Kanal 2) ein Meßkurvensegment definieren. Drücken Sie anschließend (MARKER) **Marker Functions** **Marker Math** **Statistics** , um die statistische Markensuche zu starten. Weitere Informationen über die Marken-Statistikfunktionen finden Sie unter “Markenstatistik-Funktionen” weiter oben in diesem Kapitel.
2. Drücken Sie (DISPLAY) **Limit Menu** **Mkr Limits** .
3. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) in der “Marker Limit Test”-Tabelle die Funktion `Statistic: Mean`. Aktivieren Sie diese Grenzwerttestfunktion durch Drücken des Softkeys **Mkr Limit on OFF** . Beachten Sie, daß der Eintrag in der Tabellenspalte “on/off” von “off” auf “on” wechselt.
4. Drücken Sie **Edit Limit (Min/Max)** **Max Limit** und geben Sie über die Tastatur den Maximum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch (ENTER) ab.
5. Drücken Sie **Prior Menu** **Edit Limit (Min/Max)** **Min Limit** , und geben Sie über die Tastatur den Minimum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.

**HINWEIS**

Beachten Sie, daß bei dieser Art von Grenzwerttest keine Grenzwertlinien oder Anzeigen auf dem Bildschirm dargestellt werden. Daher ist der **Limit Line on OFF** Softkey in dieser Betriebsart ohne Funktion.

**“Peak-to-Peak Ripple”**

1. Dieser Grenzwerttest erfordert, daß Sie zuerst mit Hilfe der Marken 1 und 2 (für Kanal 1) bzw. 3 und 4 (für Kanal 2) ein Meßkurvensegment definieren. Drücken Sie anschließend (MARKER) **Marker Functions** **Marker Math** **Statistics** , um die statistische Markensuche zu starten. Weitere Informationen über die Marken-Statistikfunktionen finden Sie unter “Markenstatistik-Funktionen” weiter oben in diesem Kapitel.
2. Drücken Sie (DISPLAY) **Limit Menu** **Mkr Limits** .
3. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) in der “Marker Limit Test”-Tabelle die Funktion `Statistic: pp`. Aktivieren Sie diese Grenzwerttestfunktion durch Drücken des Softkeys **Mkr Limit on OFF** . Beachten Sie, daß der Eintrag in der Tabellenspalte “on/off” von “off” auf “on” wechselt.

4. Drücken Sie **Edit Limit (Min/Max)** **Max Limit** und geben Sie über die Tastatur den Maximum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch (ENTER) ab.
5. Drücken Sie **Prior Menu** **Edit Limit (Min/Max)** **Min Limit** und geben Sie über die Tastatur den Minimum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch (ENTER) ab.

**HINWEIS** Beachten Sie, daß bei dieser Art von Grenzwerttest keine Grenzwertlinien oder Anzeigen auf dem Bildschirm dargestellt werden. Daher ist der **Limit Line on OFF** Softkey in dieser Betriebsart ohne Funktion.

**"Flatness"**

1. Dieser Grenzwerttest erfordert, daß Sie zuerst mit Hilfe der Marken 1 und 2 (für Kanal 1) bzw. 3 und 4 (für Kanal 2) ein Meßkurvensegment definieren. Drücken Sie anschließend (MARKER) **Marker Functions** **Marker Math** **Flatness** , um die statistische Markensuche zu starten. Weitere Informationen über die Marken-Statistikfunktionen finden Sie unter "Marker Flatness"-Funktion weiter oben in diesem Kapitel.
2. Drücken Sie (DISPLAY) **Limit Menu** **Mkr Limits** .
3. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) in der "Marker Limit Test"-Tabelle die Funktion `Flatness` **Mkr Limit on OFF** . Beachten Sie, daß der Eintrag in der Tabellenspalte "on/off" von "off" auf "on" wechselt.
4. Drücken Sie **Edit Limit (Min/Max)** **Max Limit** und geben Sie über die Tastatur den Maximum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.
5. Drücken Sie **Prior Menu** **Edit Limit (Min/Max)** **Min Limit** , und geben Sie über die Tastatur den Minimum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.

**HINWEIS** Beachten Sie, daß bei dieser Art von Grenzwerttest keine Grenzwertlinien oder Anzeigen auf dem Bildschirm dargestellt werden. Daher ist der Softkey **Limit Line on OFF** in dieser Betriebsart ohne Funktion.

**"Delta Amplitude"** Dieser Marken-Grenzwerttest bezieht sich auf die Differenz zwischen der Amplitude der Marke 2 und der Amplitude der Referenzmarke 1.

1. Vor Beginn dieses Grenzwerttests müssen Sie zunächst mit der Marke 1 die Referenzamplitude vorgeben. Drücken Sie hierzu (MARKER) **1:** , und setzen Sie dann mit Hilfe des Drehknopfs oder

der Tasten (⇧) (⇩) die Marke 1 auf den gewünschten Meßpunkt. Die Amplitude des durch die Marke 1 markierten Meßpunktes wird dadurch zur Delta-Referenz für den Grenzwerttest.

2. Drücken Sie (DISPLAY) **Limit Menu** **Mkr Limits** .
3. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) in der "Marker Limit Test"-Tabelle die Funktion `Delta Ampl` **Mkr Limit on OFF** . Beachten Sie, daß der Eintrag in der Tabellenspalte "on/off" von "off" auf "on" wechselt.
4. Drücken Sie **Edit Limit (Min/Max)** **Max Limit** , und geben Sie über die Tastatur den Maximum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.
5. Drücken Sie **Prior Menu** **Edit Limit (Min/Max)** **Min Limit** , und geben Sie über die Tastatur den Minimum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.

**"Delta Frequency"** Dieser Marken-Grenzwerttest bezieht sich auf die Differenz zwischen der Frequenz der Marke 2 und der Frequenz der Referenzmarke 1.

1. Vor Beginn dieses Grenzwerttests müssen Sie zunächst mit der Marke 1 die Referenzfrequenz vorgeben. Drücken Sie hierzu (MARKER) **1:** , und setzen Sie dann mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) die Marke 1 auf den gewünschten Meßpunkt. Die Frequenz des durch die Marke 1 markierten Meßpunktes wird dadurch zur Delta-Referenz für den Grenzwerttest.
2. Drücken Sie (DISPLAY) **Limit Menu** **Mkr Limits** .
3. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) in der "Marker Limit Test"-Tabelle die Funktion `Delta Freq`. Aktivieren Sie diese Grenzwerttestfunktion durch Drücken des Softkeys **Mkr Limit on OFF** . Beachten Sie, daß der Eintrag in der Tabellenspalte "on/off" von "off" auf "on" wechselt.
4. Drücken Sie **Edit Limit (Min/Max)** **Max Limit** , und geben Sie über die Tastatur den Maximum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.
5. Drücken Sie **Prior Menu** **Edit Limit (Min/Max)** **Min Limit** , und geben Sie über die Tastatur den Minimum-Grenzwert ein. Schließen Sie die Eingabe durch(ENTER) ab.

## Relative Grenzwerte

Bei bestimmten Meßaufgaben ist die Form einer Meßkurve von Interesse, während die absoluten Amplitudenwerte von untergeordneter Bedeutung sind. Abbildung 3-16 zeigt ein Beispiel hierfür, nämlich Grenzwertlinien für den Abgleich eines Filters auf eine bestimmte Durchlaßkurve. Wenn die Form wichtiger ist als die absoluten Amplitudenwerte, können Sie mit Hilfe der “Reference Tracking”-Funktion einen auf das Meßkurvenmaximum bezogenen Grenzwerttest durchführen.

Drücken Sie hierzu (SCALE) **Reference Tracking** **Track Peak** . Die Grenzwertlinien sind jetzt nicht mehr auf einen absoluten Amplitudenwert, sondern auf das Meßkurvenmaximum bezogen.

Weitere Informationen über die “Reference Tracking”-Funktion finden Sie unter “Automatische Referenzpunkt- Nachführung” weiter unten in diesem Kapitel.

# Weitere Grenzwertlinienfunktionen

**Ein-/Ausblenden von Grenzwertlinien**

Mit dem Softkey **Limit Line ON off** können Sie die zuvor erstellten Grenzwertlinien auf dem Bildschirm einblenden (ON) oder vom Bildschirm ausblenden (OFF). “Ausblenden” bedeutet in diesem Fall lediglich, daß die Grenzwertlinien nicht mehr auf dem Bildschirm dargestellt werden; sie werden dadurch nicht gelöscht. Auch bei ausgeblendeten Grenzwertlinien können Sie die Grenzwerttestfunktion (PASS/FAIL) benutzen. Diesen Softkey erreichen Sie über die Tasten DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** .

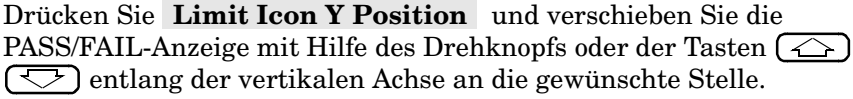
**Löschen von Grenzwertlinien**

1. Eine Grenzwertlinie oder ein Grenzwertpunkt kann nur im “Limit Line”-Hauptmenü gelöscht werden.
2. Das “Limit Line”-Hauptmenü erreichen Sie über die Tasten DISPLAY **Limit Menu** .
3. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten die zu löschende Grenzwertlinie oder den zu löschenden Grenzwertpunkt. Die ausgewählte Grenzwertlinie oder der ausgewählte Grenzwertpunkt wird in der Grenzwerttabelle unterlegt dargestellt.
4. Drücken Sie **Delete Limit** . Der Analysator gibt Ihnen daraufhin die Möglichkeit, den Löschvorgang zu stornieren, die markierte Grenzwertlinie zu löschen oder sämtliche Grenzwertlinien zu löschen.

**Verschieben der PASS/FAIL-Anzeige**

Sie können die PASS/FAIL-Anzeige auf eine beliebige Stelle des Bildschirms verschieben.

Wenn Sie die PASS/FAIL-Anzeige verschieben möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** .
2. Drücken Sie **Limit Icon X Position** und verschieben Sie die PASS/FAIL-Anzeige mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten entlang der horizontalen Achse an die gewünschte Stelle. Alternativ können Sie die gewünschte Horizontalposition direkt über die Zifferntastatur eingeben. Geben Sie eine Zahl zwischen 0 und 100 ein. 0 entspricht dem linken Bildschirmrand und 100 dem rechten Bildschirmrand.
3. Drücken Sie **Limit Icon Y Position** und verschieben Sie die PASS/FAIL-Anzeige mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten  entlang der vertikalen Achse an die gewünschte Stelle.

Alternativ können Sie die gewünschte Vertikalposition direkt über die Zifferntastatur eingeben. Geben Sie eine Zahl zwischen 0 und 100 ein. 0 entspricht dem unteren Bildschirmrand und 100 dem oberen Bildschirmrand.

**PASS/FAIL-Anzeige und Symbol ein-/ausschalten**

Sie können die aus der Meßkanalnummer und dem Text PASS oder FAIL bestehende PASS/FAIL-Anzeige (Beispiel: `1:FAIL`) abschalten, indem Sie folgende Tasten drücken: DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** **Limit Icon ON off**.

Sie können das FAIL-Symbol abschalten, indem Sie folgende Tasten drücken. DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** **Limit Icon ON off**. (Es gibt lediglich ein FAIL-Symbol, aber kein PASS-Symbol).

**Während der Eingabe von Grenzwerten eine Marke verwenden**

Wenn Sie während des Eingebens einer Grenzwertlinie den Softkey MARKER drücken, erscheint eine Marke. Diese Marke können Sie dazu verwenden, die Amplitude oder Frequenz eines einen interessierenden Meßpunktes zu bestimmen.

# Weitere Hinweise zu Grenzwerttests

**Stimulus- und Amplitudenwerte**

In der Betriebsart Frequenzwobbelung werden die Stimuluswerte als Frequenzen interpretiert; in der Betriebsart Pegelwobbelung werden die Stimuluswerte als Amplitudenwerte interpretiert.

**VORSICHT**

Die Stimulus- und Amplitudenwerte sind dimensionslos. Wenn Sie nach der Eingabe von Grenzwertlinien das Darstellungsformat für die Meßergebnisse ändern, werden die Amplitudenwerte nicht automatisch angepaßt. Deshalb sollten Sie das gewünschte Darstellungsformat stets *vor* der Eingabe der Grenzwertlinien wählen.

**Frequenz eines Meßpunktes berechnen**

Die Frequenzen der einzelnen Meßpunkte werden nach folgender Gleichung berechnet:

$$Freq(\ Punktnum\ ) = \frac{(\ Punktnum\ - 1) \times \left(\ Stop\ Freq\ -\ Start\ Freq\ \right)}{AnzahlderMesspunkte\ - 1} +\ Start\ Freq$$

wobei *Punktnummer* von 1 (erste Meßpunkt, am linken Bildschirmrand) bis *Anzahl der Punkte* (letzter Meßpunkt, am rechten Bildschirmrand) reicht.

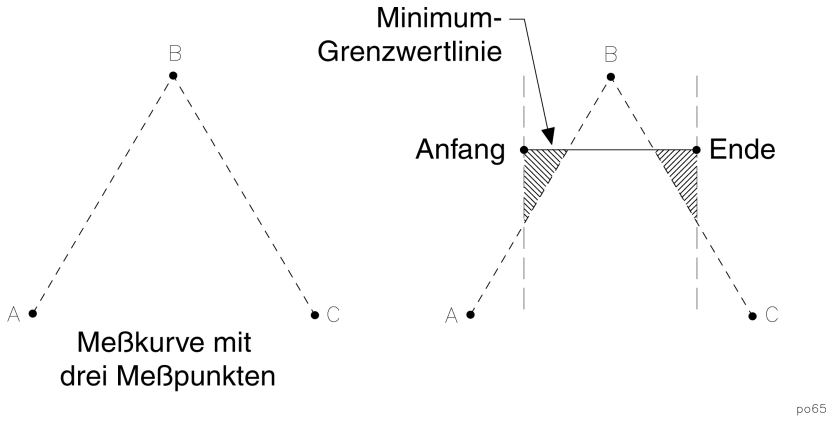
**Grenzwerttest und Meßpunkte**

Bei Grenzwerttests werden nur tatsächliche Meßpunkte berücksichtigt, jedoch *keine* interpolierten Werte. Die vorgegebenen Grenzwertlinien oder -punkte werden bei jedem einzelnen Meßpunkt in Werte umgewandelt. In den meisten Fällen ist dies für die Validität von Grenzwerttests ohne Bedeutung. In den nachfolgend beschriebenen Ausnahmesituationen kann es jedoch bei Grenzwerttests zu Problemen kommen.

## Beispiel 1

Bei Messungen mit einer kleinen Anzahl von Meßpunkten müssen Sie beim Erstellen von Grenzwertlinien besonders sorgfältig verfahren, um verwirrende Ergebnisse zu vermeiden. Die folgenden Abbildungen zeigen eine Meßkurve mit nur drei Meßpunkten (A, B und C) und einer Minimum-Grenzwertlinie.

**Abbildung 3-17 Grenzwertlinien, Beispiel 1**




In diesem Beispiel liegt der Anfang der Grenzwertlinie, in Bezug auf die Frequenzachse, zwischen den Punkten A und B. Das Ende der Grenzwertlinie liegt, in Bezug auf die Frequenzachse, zwischen den Punkten B und C. Zwischen dem Anfang und dem Ende der Grenzwertlinie liegt nur ein einziger Meßpunkt. In diesem Fall liefert der Grenzwerttest das Ergebnis PASS liefern, obwohl die im schraffierten Bereich liegenden (bei der Messung nicht erfaßten) Amplituden durchaus unterhalb der Minimum-Grenzwertlinie liegen können. Für eine sinnvolle Messung sind daher zusätzliche Meßpunkte erforderlich.

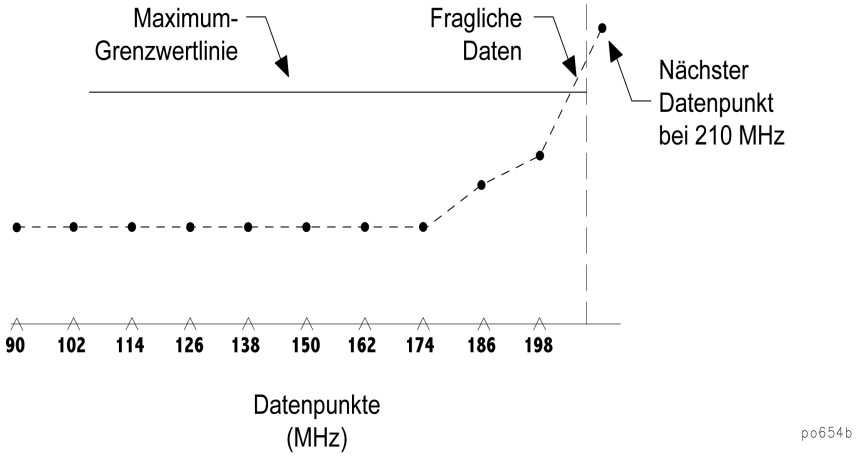
## Beispiel 2

In diesem Beispiel wurde der Analysator folgendermaßen konfiguriert:

- Start-Frequenz = 90 MHz
- Stop-Frequenz = 210 MHz
- Anzahl der Meßpunkte = 11
- Anfangspunkt der Maximum-Grenzwertlinie bei der Frequenz 90 MHz
- Endpunkt der Maximum-Grenzwertlinie bei der Frequenz 200 MHz

Betrachten Sie die untenstehende Abbildung. Bei 199 MHz überschreitet die Meßkurve die vorgegebene Maximum-Grenzwertlinie; das Grenzwerttestergebnis müßte daher FAIL lauten. Da jedoch der letzte *getestete* Meßpunkt bei 198 MHz liegt, wird fälschlicherweise PASS angezeigt. Der letzte angezeigte Meßpunkt (bei 210 MHz) wird beim Grenzwerttest nicht berücksichtigt, weil er oberhalb der Endfrequenz der Grenzwertlinie (200 MHz) liegt.

**Abbildung 3-18 Grenzwertlinien, Beispiel 2**



# Automatische Referenzpunkt-Nachführung

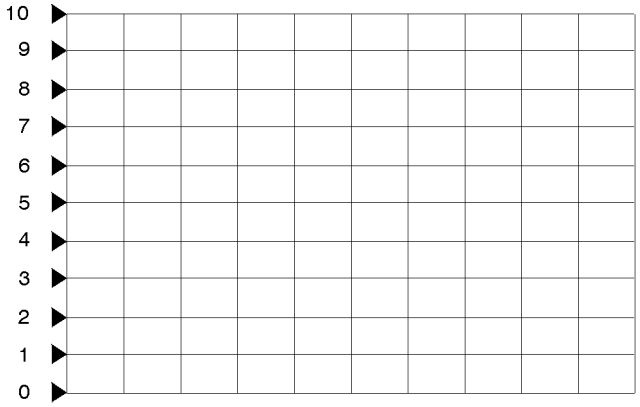
Die “Reference Tracking”-Funktionen ermöglichen es Ihnen, das Meßkurvenmaximum oder die Amplitude bei einer ausgewählten Frequenz auf einem bestimmten Punkt des Bildschirms zu “fixieren”. Zu diesem Zweck wird der Referenzpegel in jedem Wobbelzyklus automatisch in der Weise angepaßt, daß der interessierende Punkt exakt auf der Referenzlinie liegt.

In der Betriebsart “Reference Tracking” werden die Markenwerte bezogen auf den interessierenden Punkt angezeigt. Das gleiche gilt für etwaige Grenzwertlinien. Wenn die Form der Meßkurve wichtiger ist als die absoluten Amplitudenwerte, können Sie relative Grenzwertlinien verwenden. Ausführliche Informationen über relative Grenzwertlinien finden Sie unter “Relative Grenzwerte” weiter oben in diesem Kapitel.

## Nachführung des Meßkurvenmaximums

1. Wenn Sie die (am linken Bildschirmrand durch das Symbol ▶ gekennzeichnete) Referenzposition verändern möchten, drücken Sie SCALE **Reference Position** und wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten ⇧ ⇩ oder durch direkte Eingabe über die Zifferntastatur die neue Referenzposition. Die möglichen Referenzpositionen sind von 0 bis 10 numeriert. Siehe Abbildung 3-19“, Referenzpositionen”.

**Abbildung 3-19 Referenzpositionen**




2. Drücken Sie SCALE **Reference Tracking** **Track Peak** . Der Referenzpegel wird jetzt in jedem Wobbelzyklus automatisch in der Weise angepaßt, daß das Meßkurvenmaximum exakt auf der Referenzlinie liegt. Beachten Sie, daß die Y-Achse jetzt in relativen Einheiten skaliert ist; alle Amplitudenwerte sind jetzt auf die Referenzlinie bezogen.
3. Drücken Sie zum Abschalten der “Reference Tracking”-Funktion SCALE **Reference Tracking** **OFF** . Die Y-Achse und der Referenzpegel sind jetzt wieder für absolute Messungen konfiguriert.

## Nachführung einer Frequenz

1. Wenn Sie die (am linken Bildschirmrand durch das Symbol ▶ gekennzeichnete) Referenzposition verändern möchten, drücken Sie (SCALE) **Reference Position** und wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) oder durch direkte Eingabe über die Zifferntastatur die neue Referenzposition. Die möglichen Referenzpositionen sind von 0 bis 10 numeriert. Siehe Abbildung 3-19.
2. Drücken Sie (SCALE) **Reference Tracking** **Set Track Frequency**. Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧) (⇩) oder durch direkte Eingabe über die Zifferntastatur die gewünschte Frequenz.
3. Drücken Sie (SCALE) **Reference Tracking** **Track Frequency**. Der Referenzpegel wird jetzt in jedem Wobbelzyklus automatisch in der Weise angepaßt, daß der Amplitudenwert bei der interessierenden Frequenz exakt auf der Referenzlinie liegt. Beachten Sie, daß die Y-Achse jetzt in relativen Einheiten skaliert ist; alle Amplitudenwerte sind jetzt auf die Referenzlinie bezogen. Beachten Sie außerdem, daß unter der Meßkurve an dem Schnittpunkt zwischen dem Amplitudenwert der interessierenden Frequenz und der Referenzlinie ein kleiner Pfeil angezeigt wird.
4. Drücken Sie zum Abschalten der “Reference Tracking”-Funktion (SCALE) **Reference Tracking** **OFF**. Die Y-Achse und der Referenzpegel sind jetzt wieder für absolute Messungen konfiguriert.

# Anpassen der Bildschirmdarstellung

Sie haben die Möglichkeit, die Bildschirmdarstellung in vielfältiger Weise an Ihre Bedürfnisse anzupassen:

- Sie können wählen, ob einer oder beide Kanäle dargestellt werden sollen, und ob für die zweikanalige Darstellung separate Bildschirmfenster verwendet werden sollen.
- Sie können Anzeigeelemente wie z. B. das Gitterraster oder die Grenzwertlinien ein-/ausschalten.
- Sie können die meisten Bildschirmanzeigen modifizieren oder ein-/ausschalten.
- Sie können die Meßkurve bis auf volle Bildschirmgröße vergrößern und alle Anzeigen außer den Markenwerten abschalten.

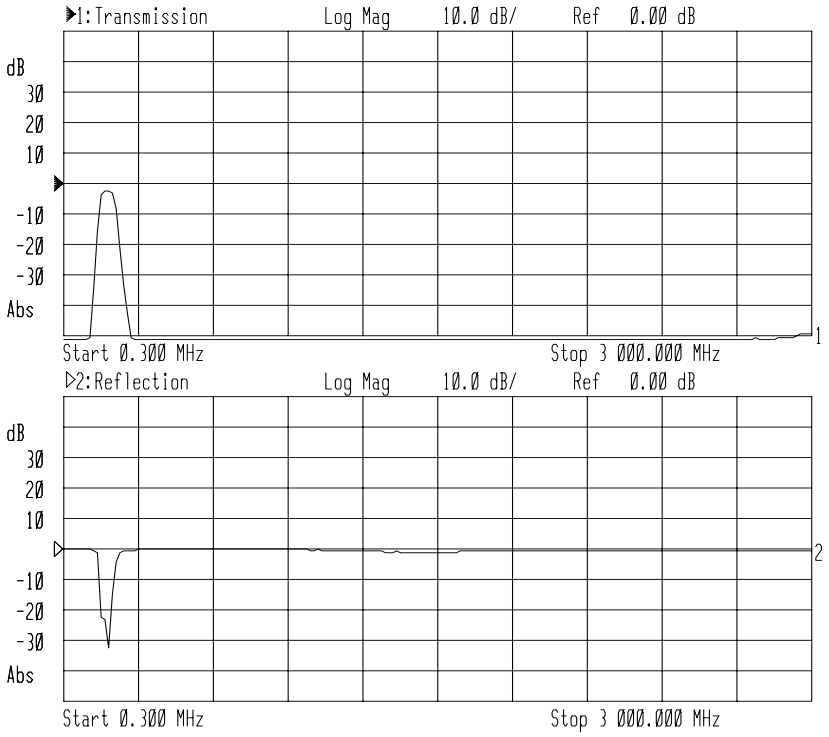
Weitere Informationen über die Anpassung der Bildschirmdarstellung finden Sie unter “Displaying Measurement Results” im *Automating Measurements User’s Guide Supplement*.

# “Split Display”-Funktion

Bei zweikanaligen Messungen können Sie wählen, ob die beiden Kanäle innerhalb des gleichen Koordinatensystems oder in separaten Koordinatensystemen (“Split Display”, unterteilter Bildschirm) dargestellt werden sollen.

Drücken Sie zur Wahl der Bildschirmbetriebsart “Split Display” DISPLAY **More Display** **Split Disp FULL split** . Siehe Abbildung 3-20.

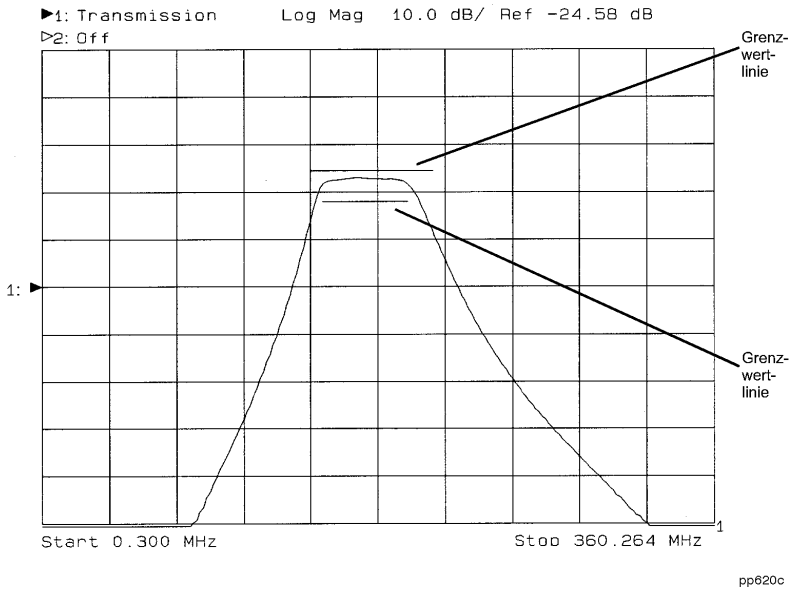
**Abbildung 3-20 Betriebsart “Split Display”**



# Ein-/Ausschalten von Anzeigeelementen

Abbildung 3-21 zeigt eine Bildschirmdarstellung mit Gitterrasterlinien und zwei Grenzwertlinien. Im Preset-Zustand sind diese Anzeigeelemente eingeschaltet.

**Abbildung 3-21 Anzeigeelemente**



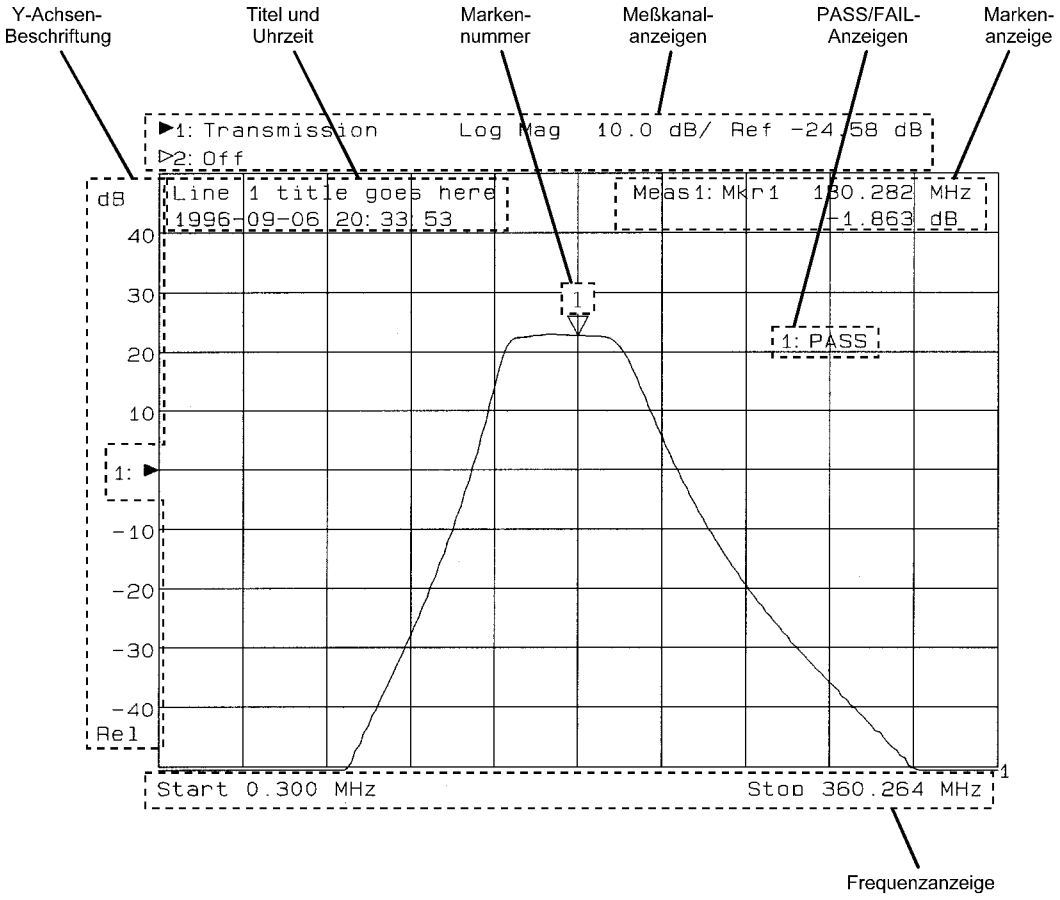

1. Durch (DISPLAY) **More Display** **Graticule ON off** . können Sie das Gitterraster ein- oder ausschalten.
2. Durch (DISPLAY) **Limit Menu** **Limit Options** **Limit Line on OFF** können Sie die Grenzwertlinien oder Grenzwertpunkte ein- oder ausschalten. (Die Abschaltung der Grenzwertlinien oder -punkte bewirkt *keine* automatische Abschaltung der Grenzwerttestfunktion).

**HINWEIS** Die Delta-Amplituden- und Delta-Frequenz-Anzeigen sind nicht abschaltbar.

## Modifizieren von Anzeigefeldern

Wenn Sie Ihren Analysator zum ersten Mal einschalten oder ihn mit der Taste (PRESET) in die Grundeinstellung bringen, sind die meisten Anzeigefelder sichtbar. Bei Bedarf können Sie einige davon abschalten, um die Bildschirmdarstellung an Ihre Bedürfnisse anzupassen. Abbildung 3-22, “Anzeigefelder”, zeigt die verschiedenen Anzeigefelder. Einige davon können Sie modifizieren, und alle können Sie ein- oder ausschalten.

**Abbildung 3-22 Anzeigefelder**




pp621c

Die folgenden Anzeigefelder können modifiziert oder ein-/ausgeschaltet werden:

- Meßdiagrammtitel und Datum/Uhrzeit
- Meßkanalanzeigen
- Frequenzanzeige
- Markenanzeige
- Markennummer
- Y-Achsen-Beschriftung
- Y-Achse (relative oder absolute Skala)
- PASS/FAIL-Anzeige
- Grenzwerttestsymbol
- Position der PASS/FAIL-Anzeige

**Meßdiagrammtitel und Uhrzeit**

Der Meßdiagrammtitel besteht aus zwei Textzeilen. Im Preset-Zustand ist dieses Anzeigefeld ausgeschaltet. Wenn Sie die Titelanzeige einschalten ( DISPLAY **More Display** **Title and Clock** ) ist die erste Zeile leer, und in der zweiten Zeile werden Datum und Uhrzeit angezeigt.

Im Menü **Title and Clock** können Sie diese beiden Zeilen modifizieren. Datum/Uhrzeit können in der ersten oder zweiten Zeile angezeigt oder abgeschaltet werden. In beide Zeile können Sie bis zu 30 Textzeichen eingeben.

**HINWEIS**

In der Bildschirmbetriebsart “Split Display” wird die Zeile 1 oberhalb des Meßdiagramms für Kanal 1 angezeigt und die Zeile 2 oberhalb des Meßdiagramms für Kanal 2.

Mit folgender Tastenfolge können Sie den Meßdiagrammtitel und das Datum/Uhrzeit ein-/ausschalten: DISPLAY
**More Display** **Title and Clock** **Title+Clk ON off** .

**Meßkanalanzeigen**

Die Meßkanalanzeigen am oberen Bildschirmrand können mit Hilfe von SCPI-Befehlen modifiziert werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie im *Automating Measurements User's Guide Supplement*.

Mit folgender Tastenfolge können Sie die Meßkanalanzeigen ein-/ausschalten: DISPLAY **More Display** **Annotation Options** **Meas Annot ON off** .

**Frequenzanzeige**

Die Frequenzanzeige unterhalb der X-Achse kann mit Hilfe von SCPI-Befehlen modifiziert werden. Weitere Informationen hierzu finden Sie im *Automating Measurements User's Guide Supplement*.

Mit folgender Tastenfolge können Sie die Frequenzanzeige ein-/ausschalten: DISPLAY **More Display** **Annotation Options** **Freq Annot ON off** .

**Markenanzeige**

Die Markenanzeige am oberen rechten Bildschirmrand können Sie durch folgende Tastenfolge ein-/ausschalten: DISPLAY **More Display** **Annotation Options** **Mkr Annot ON off** .

**Markennummer**

Die oberhalb oder unterhalb der Markensymbole angezeigten Markennummern können Sie durch folgende Tastenfolge ein-/ausschalten: DISPLAY **More Display** **Annotation Options** **Mkr Number ON off** .

**Y-Achsen-Beschriftung**

Mit der Tastenfolge DISPLAY **More Display** **Annotation Options** **Y-Axis Lbl rel ABS** können Sie zwischen absoluter (ABS) und relativer (REL) Skala wählen. In der Betriebsart ABS werden die absoluten Werte der horizontalen Gitterrasterlinien angezeigt; in der Betriebsart REL werden die auf die Referenzlinie bezogenen relativen Werte angezeigt.

Durch folgende Tastenfolge können Sie die Y-Achsen-Beschriftung ein-/ausschalten: DISPLAY **More Display** **Annotation Options** **Y-Axis Lbl ON off** .

**PASS/FAIL-Anzeige für Grenzwerttest**

Sie können die PASS/FAIL-Anzeige auf eine beliebige Stelle des Bildschirms verschieben. Wenn Sie die PASS/FAIL-Anzeige verschieben möchten, drücken Sie DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** . Drücken Sie **Limit Icon X Position** und **Limit Icon Y Position** und wählen Sie die gewünschte Position.

Durch folgende Tastenfolge können Sie die PASS/FAIL-Anzeige ein-/ausschalten: DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** **Limit Text on OFF** .

Durch folgende Tastenfolge können Sie das PASS/FAIL-Symbol ⚠ ein-/ausschalten: DISPLAY **Limit Menu** **Limit Options** **Limit Icon on OFF** .

## Maximieren des Meßdiagramms

Normalerweise werden auf dem Bildschirm außer dem Meßdiagramm auch noch das Softkey-Menü und die Anzeigen dargestellt; diese zusätzlichen Informationen beschränken die Größe des Meßdiagramms. Bei Bedarf können Sie die zusätzlichen Informationen (mit Ausnahme der innerhalb des Gitterrasters erscheinenden Anzeigen) abschalten und dadurch das Meßdiagramm maximieren. Bei maximiertem Meßdiagramm werden außerdem die innerhalb des Gitterrasters angezeigten Informationen in größerer Schrift dargestellt und sind dadurch besser lesbar.

Wenn Sie das Meßdiagramm maximieren möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie DISPLAY **More Display** **Expand ON off** .
2. Drücken Sie ENTER.

   Anschließend können Sie mit der Taste ENTER zwischen normaler und maximierter Darstellung umschalten. Durch nochmalige Betätigung des Softkeys **Expand on OFF** können Sie endgültig auf normale Darstellung zurückschalten.

**HINWEIS** Weil die Taste ENTER auch zum Abschließen von Eingaben dient, kann es erforderlich sein, die Taste ENTER zweimal zu drücken.

Die folgenden Abbildungen verdeutlichen den Unterschied zwischen normaler und maximierter Darstellung.

**Abbildung 3-23 Normale Darstellung**

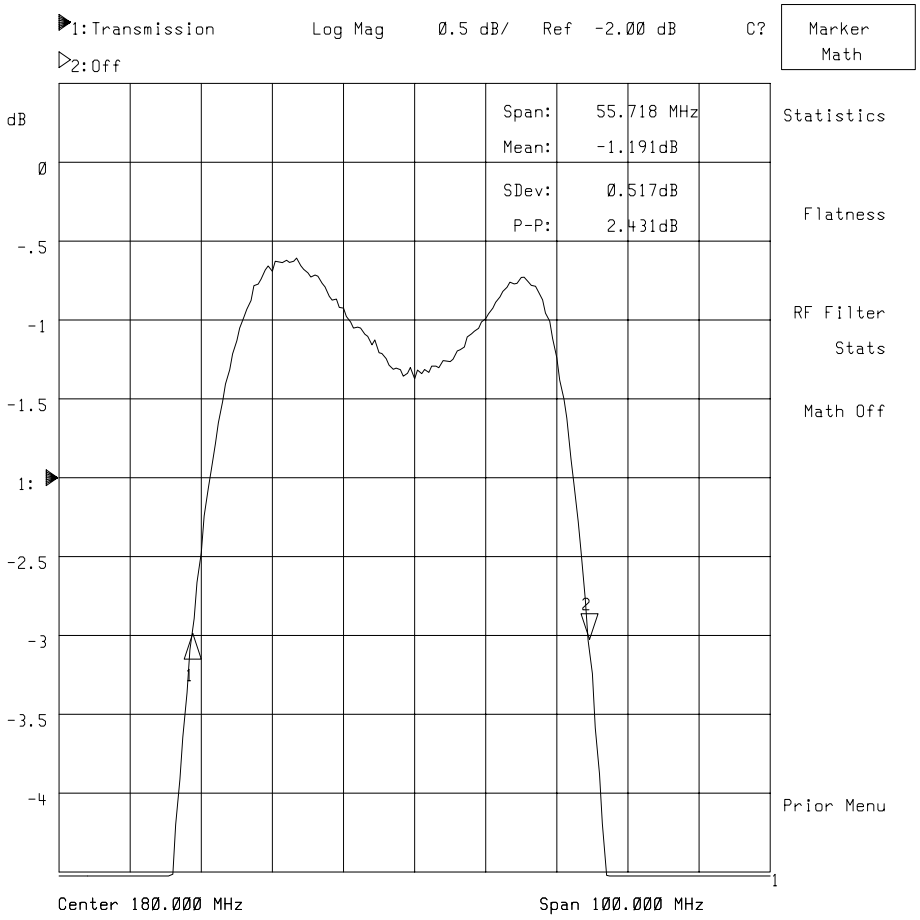
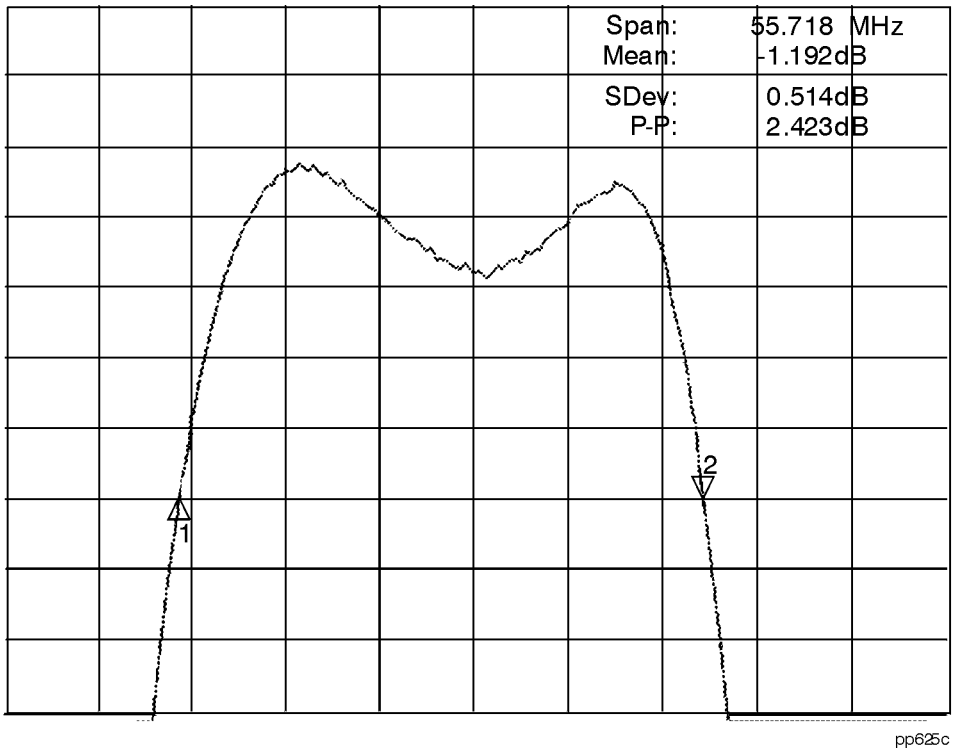


**Abbildung 3-24 Maximierte Darstellung**



# Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse

Der Netzwerkanalysator bietet die Möglichkeit, folgende Informationen in den Internspeicher oder auf eine DOS-formatierte 3,5”-Diskette abzuspeichern:

**Instrument State** Dieser Datensatz beinhaltet alle Stimulus- und Response-Parameter, die den Analysator für eine bestimmte Messung konfigurieren; hierzu zählen Marken, Grenzwertlinien, gespeicherte Meßkurven und benutzerdefinierte Kalibrier-Kits. (Eine Liste aller abgespeicherten Parameter finden Sie auf den sechs Bildschirmfenstern, die Sie über den Softkey **Operating Parameters** abrufen können.) Es werden stets die Einstellungen für beide Meßkanäle abgespeichert bzw. abgerufen.

**Cal** Dieser Datensatz beinhaltet die Korrekturfaktoren, die der Analysator bei der Durchführung einer Kalibrierung ermittelt. Es werden stets die Kalibrierdaten für beide Meßkanäle abgespeichert bzw. abgerufen.

**Data** Dieser Datensatz beinhaltet die aktuelle Meßkurve.

Sie können eine beliebige Kombination der drei genannten Datensätze abspeichern und später wieder abrufen. Sie können außerdem die Meßkanaldaten in eine ASCII-Datei abspeichern, um sie beispielsweise in ein Tabellenkalkulations- oder CAE-Programm zu importieren.

**HINWEIS** Der Softkey **Cal on OFF** befindet sich standardmäßig in der Stellung OFF. Wenn Sie diesen Softkey in die Stellung ON bringen, werden die Kalibrierdaten automatisch zusammen mit der Geräteeinstellung abgespeichert.

HINWEIS

### Spezieller Hinweis für Besitzer älterer Analysatormodelle (HP 8711A, HP 8711B/12B/13B/14B, HP 8711C/12C/13C/14C)

Wenn Sie einen der genannten Netzwerkanalysator besitzen, sollten Sie folgendes beachten:

- Die “A”- und “B”-Versionen dieser Analysatoren ermöglichten es, Daten auf eine LIF-formatierte Diskette abzuspeichern. Die “C”-Version und die neue “E”-Version können LIF-formatierte Disketten zwar lesen, aber nicht beschreiben.
- Das Dateiformat für die “A”- und “B”-Versionen unterscheidet sich von dem für die “C”- und “E”-Versionen. Beim Abspeichern von Daten können Sie zwischen einem Format wählen, das mit mit älteren Analysatoren kompatibel ist ( **HP 8711A/B Compatible** ), ( **HP 8711C Compatible** ), oder in einem Format, das nur mit der “E”-Version kompatibel ist ( **HP 8712E Compatible** ). Siehe “Daten definieren und abspeichern” weiter unten in diesem Kapitel.

## Abspeichern der Geräteeinstellung

Wenn Sie Daten in eine Datei abspeichern, gibt der Analysator automatisch einen Standard-Dateinamen vor. Bei Bedarf können Sie diesen Standard-Dateinamen nach dem Abspeichern durch einen anwendungsbezogen und dadurch aussagekräftigeren Namen ersetzen, oder die Datei mit Hilfe der **Re-Save State** -Funktion gleich unter einem anwendungsbezogenen Namen abspeichern. Informationen über das Ändern von Dateinamen finden Sie unter "Weitere Dateifunktionen" weiter unten in diesem Kapitel. Wenn Sie eine Datei mit Hilfe der **Re-Save State** Funktion abspeichern, können Sie den Dateinamen auf zweierlei Weise eingeben:

- Geben Sie den Dateinamen über eine externe, am rückseitigen Anschluß DIN KEYBOARD angeschlossene Tastatur ein. (Informationen über die Verwendung einer externen Tastatur finden Sie unter "Verwendung einer externen Tastatur" weiter unten in diesem Kapitel).
- Oder drücken Sie (SAVE RECALL) **Re-Save State** . Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs nacheinander die gewünschten Zeichen und drücken Sie jedesmal den Softkey **Select char** . Drücken Sie zum Abschließen der Eingabe **Enter** .

**Speichermedium wählen**

1. Wenn Sie die Daten auf eine Diskette abspeichern möchten, legen Sie eine DOS-formatierte Diskette in das Diskettenlaufwerk ein. Falls Sie keine formatierte Diskette zur Hand haben, müssen Sie zunächst eine Diskette formatieren. Siehe hierzu "Formatieren einer Diskette" weiter unten in diesem Kapitel.
2. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk** , und wählen Sie das gewünschte Speichermedium:
   - Drücken Sie **Non-Vol RAM Disk** , wenn Sie die Daten in den nichtflüchtigen Internspeicher abspeichern möchten. (Nichtflüchtig bedeutet, daß die gespeicherten Daten beim Ausschalten des Analysators nicht verloren gehen). Dies ist das Standard-Speichermedium.
   - Drücken Sie **Volatile RAM Disk** , wenn Sie die Daten in den flüchtigen Internspeicher abspeichern möchten. (Flüchtig bedeutet, daß die gespeicherten Daten beim Ausschalten des Analysators verloren gehen).

- ❏ Sie können den flüchtigen Internspeicher folgendermaßen konfigurieren: Drücken Sie den Softkey **Configure VOL_RAM**.
- ❏ Daraufhin wird die derzeitige prozentuale Aufteilung der verfügbaren Speicherkapazität auf RAM-Disk (flüchtiger Internspeicher) und IBASIC-Speicher angezeigt.
- ❏ Sie können die Aufteilung verändern, indem Sie **Modify Size** drücken und dann die gewünschte Aufteilung vorgeben.
- ❏ Die neue Aufteilung wird erst nach dem Aus- und Wiedereinschalten des Analysators wirksam.

- Wenn Sie die Daten auf die im Diskettenlaufwerk liegende Diskette abspeichern möchten, drücken Sie **Internal 3.5" Disk**. (Es können nur MS-DOS-formatierte Disketten verwendet werden).

### Daten definieren und abspeichern

1. Drücken Sie **Prior Menu** **Define Save**.
   - Drücken Sie **Inst State OFF**, wenn die Geräteeinstellung *nicht* abgespeichert werden soll. (In diesem Fall werden nur die Meßdaten abgespeichert).
   - Drücken Sie **Cal ON**, wenn die Kalibrierdaten abgespeichert werden sollen.
   - Drücken Sie **Data ON**, wenn die auf dem Bildschirm dargestellten Meßdaten abgespeichert werden sollen.

**HINWEIS** Beachten Sie, daß der Softkey **Inst State** automatisch in die Stellung ON gebracht wird, wenn der Softkey (CAL) in die Stellung ON gebracht wird.

2. Drücken Sie zum Abspeichern der Geräteeinstellung **Prior Menu** **Save State**.
   Auf dem Bildschirm wird der Dateiname STATE#.STA angezeigt (wobei # eine Nummer im Bereich von 0 bis 999 ist, die Analysator automatisch vorgegeben wird).
3. Wenn Sie ein älteres Netzwerkanalysatormodell (HP 8711A, HP 8711B/12B/13B/14B, HP 8711C/12C/13C/14C) besitzen und Sie die Datei in einen dieser Analysatoren einlesen möchten, wählen Sie **File Format**, **HP 8711A/B Compatible** oder **HP 8711C Compatible**.

4. Wenn die Datei nicht mit einem älteren Netzwerkanalysatormodell kompatibel sein muß, sollten Sie stets **File Format** **HP 8712E Compatible** wählen. Dies ist das Standardformat.

### Meßdaten im ASCII-Format abspeichern

Sie können Meßdaten auch in einem ASCII-Format abspeichern, das mit vielen PC-Softwarepaketen kompatibel ist.

Wenn Sie die Meßkurve als ASCII-Datei abspeichern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk**, und wählen Sie mit dem entsprechenden Softkey das gewünschte Speichermedium. (Siehe "Speichermedium wählen" weiter oben in diesem Kapitel.)
2. Drücken Sie **Prior Menu** **Define Save** **Save ASCII**.
   a. Wählen Sie **Lotus 123 Format** oder **Touchstone Format**.
      - Das **Lotus,1-2-3,**-Format ist ein zweispaltiges Tabellenformat, das mit vielen PC-Softwarepaketen kompatibel ist. Die Spalte 1 enthält die Frequenzwerte und die Spalte 2 die zugehörigen Amplitudenmeßwerte.
      - Das **Touchstone**-Format (das auch als S2P-Datenformat bezeichnet wird) eignet sich für den Import von Meßdaten in CAE-Programme wie z. B. HP MDS (Microwave Design System) oder HP ADS (Advanced Design System). Da Ihr Analysator keine vollständigen Zwei-Tor-Messungen unterstützt, empfiehlt sich eine Abspeicherung im Touchstone-Format nur für Reflexionsfrequenzgang-Meßdaten.

   b. Wählen Sie **Save Meas 1** oder **Save Meas 2**, je nachdem, ob die Meßdaten von Kanal 1 oder Kanal 2 abgespeichert werden sollen.
3. Auf dem Bildschirm wird ein Standard-Dateiname der Form `TRACE#.PRN` (für Lotus 1-2-3 Dateien) oder `TRACE#.S1P` (für Touchstone-Dateien) angezeigt, wobei # eine Nummer im Bereich von 0 bis 999 ist, die vom Analysator automatisch vorgegeben wird.

**HINWEIS** Beachten Sie, daß Ihr Analysator nur MS-DOS-formatierte Disketten beschreiben kann.

# Abrufen gespeicherter Daten von einer Diskette oder aus dem Internspeicher

Meßergebnisse, die als STATE-Dateien abgespeichert wurden, können bei Bedarf jederzeit wieder abgerufen (das heißt, in den Analysator zurückgeladen) werden. Anschließend können Sie diese Meßergebnisse mit aktuellen Meßergebnissen vergleichen. Der Analysator kann sowohl eine Daten- als auch eine Speicher-Meßkurve für jeden Meßkanal darstellen. Die Daten-Meßkurve wird abgespeichert, wenn Sie im Menü **Define Save** die Option **Data ON** wählen. Die Speicher-Meßkurve wird grundsätzlich zusammen mit der Geräteeinstellung abgespeichert. Beim Abrufen einer Datei von einer Diskette oder aus dem Internspeicher werden diese Meßkurven automatisch wieder dargestellt.

Kalibrierdaten sind mit der Geräteeinstellung und den Meßparametern verknüpft, für welche die Kalibrierung durchgeführt wurde. Gespeicherte Kalibrierdaten können für mehrere Geräteeinstellungen verwendet werden, sofern die Meßparameter, der Frequenzbereich und die Anzahl der Meßpunkte übereinstimmen. Weitere Informationen hierzu siehe Kapitel 5, “Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung”.

1. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk** , und wählen Sie das Speichermedium, auf dem sich die gewünschte Datei befindet.
2. Falls erforderlich, wählen Sie das Verzeichnis, in dem sich die gewünschte Datei befindet. Einzelheiten hierzu siehe “Verzeichnisfunktionen” im nächsten Abschnitt.
3. Drücken Sie **Prior Menu** , und setzen Sie den Markierbalken mit Hilfe des Drehknopfs auf die Datei, die Sie abrufen möchten.
4. Rufen Sie die markierte Datei durch Drücken des Softkeys **Recall State** ab.

### Schnelles Abrufen einer Datei

Die “Fast Recall”-Funktion ermöglicht es Ihnen, eine Geräteeinstellung mit nur einem oder zwei Tastendrücken abzurufen *oder* mit Hilfe eines Fuß- oder Handschalters nacheinander bis zu sieben verschiedene Geräteeinstellungen abzurufen.

1. Drücken Sie (SAVE RECALL).
2. Wenn im Meßdiagrammbereich eine Liste der auf dem gewählten Speichermedium enthaltenen Dateien angezeigt wird, ist die “Fast Recall”-Funktion abgeschaltet.

Wenn der Meßdiagrammbereich unverändert bleibt, ist die “Fast Recall”-Funktion eingeschaltet. Wenn Sie die nachfolgenden Schritte an Ihrem Analysator nachvollziehen möchten, schalten Sie die “Fast Recall”-Funktion durch Drücken des Softkeys **Fast Recall ON off** ab.

3. Falls erforderlich, wählen Sie die interne, nichtflüchtige RAM-Disk: **Select Disk** **Non-Vol RAM Disk** .
4. Fall Sie zuvor Dateien auf dieses Speichermedium abgespeichert haben, werden diese jetzt auf dem Bildschirm aufgelistet.
5. Die “Fast Recall”-Funktion berücksichtigt nur die ersten sieben der aufgelisteten Dateien, die Geräteeinstellungen, Kalibrierdaten oder Meßdaten enthalten.
6. Wenn Sie bisher noch keine Dateien auf dieses Speichermedium abgespeichert haben, müssen Sie, bevor Sie die nachfolgenden Schritte an Ihrem Analysator nachvollziehen, zunächst einige Geräteeinstellungen abspeichern.
7. Drücken Sie **Prior Menu** **FastRecall on OFF** . Beachten Sie, daß das Koordinatensystem wieder auf dem Bildschirm erscheint, und daß den ersten sieben Softkeys jetzt Dateinamen zugeordnet sind. (Falls einer der Softkeys ohne Funktion ist, liegt dies daran, daß das gewählte Speichermedium weniger als sieben Dateien enthält).

   Die Dateinamen erscheinen in der gleichen Reihenfolge wie in der Verzeichnistabelle des Speichermediums.

**HINWEIS**

Mit Hilfe der **Rename File** -Funktion können Sie Ihren Dateien anwendungsbezogene Namen geben. Siehe “Weitere Dateifunktionen” weiter unten in diesem Kapitel.

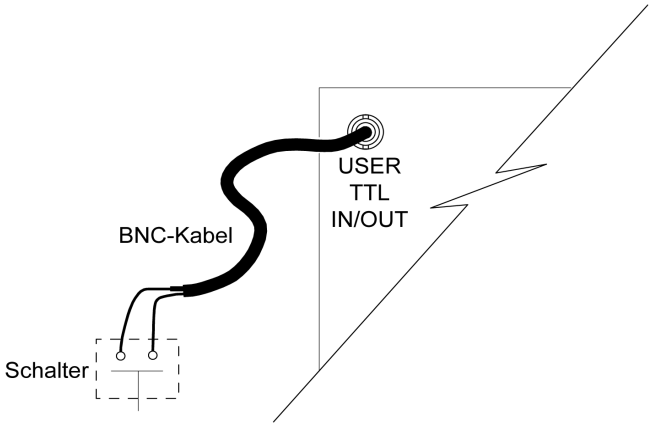
8. Drücken Sie zum Schnellabruf einer Geräteeinstellung einfach den entsprechenden Softkey.
9. Die “Fast Recall”-Funktion bleibt so lange aktiv, bis der Analysator manuell ausgeschaltet wird, und wird auch durch einen (PRESET) nicht deaktiviert.
10. Bei aktiver “Fast Recall”-Funktion benötigen Sie zum Abrufen einer gespeicherten Geräteeinstellung maximal zwei Tastendrücke.
11. Wenn an dem rückseitigen DIN-Anschluß eine externe Tastatur angeschlossen ist, haben die Funktionstasten F1 bis F7 die gleichen Funktionen wie die Analysator-Softkeys 1 bis 7. Informationen über die Verwendung einer externen Tastatur finden Sie unter “Verwendung einer externen Tastatur” weiter unten in diesem Kapitel.

### "Fast Recall" in Verbindung mit externem Schalter

In Verbindung mit einem externen Schalter (der am rückseitigen Anschluß USER TTL IN/OUT anzuschließen ist) ermöglicht es die "Fast Recall"-Funktion, durch Betätigen dieses Schalters nacheinander bis zu sieben Geräteeinstellungen abzurufen.

1. Schließen Sie einen externen Schalter gemäß Abbildung 3-25 an den rückseitigen Anschluß USER TTL IN/OUT an.

**Abbildung 3-25 Anschließen eines Schalters am Anschluß USER TTL IN/OUT**




2. Stellen Sie sicher, daß der Analysator für die Verwendung eines externen Schalters konfiguriert ist: Drücken Sie SYSTEM OPTIONS **System Config** **User TTL Config** **Softkey Auto-Step** .
3. Betätigen Sie bei aktiver "Fast Recall"-Funktion mehrmals den Schalter, und beobachten Sie dabei den Analysator.
4. Jedesmal, wenn Sie den Schalter betätigen, wird der jeweils nächste Dateiname markiert und die betreffende Geräteeinstellung reaktiviert. Nach der letzten Datei beginnt die Sequenz wieder mit der ersten.

# Weitere Dateifunktionen

**Datei umbenennen**

1. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk**, und wählen Sie das Speichermedium, auf dem sich die gewünschte Datei befindet.
2. Setzen Sie den Markierbalken mit Hilfe des Drehknopfs auf die Datei, die Sie umbenennen möchten.
3. Drücken Sie **Prior Menu** **File Utilities** **Rename File**.
4. Löschen Sie den aktuellen Dateinamen durch mehrmaliges Drücken des Softkeys **Backspace** oder durch Drücken des Softkeys **Clear Entry**.
5. Geben Sie den neuen Dateinamen ein. Hierzu haben Sie zwei Möglichkeiten zur Auswahl:
   - Geben Sie den Dateinamen über eine externe, am rückseitigen Anschluß DIN KEYBOARD angeschlossene Tastatur ein. (Informationen über die Verwendung einer externen Tastatur finden Sie unter "Verwendung einer externen Tastatur" weiter unten in diesem Kapitel).
   - Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs nacheinander die gewünschten Zeichen und drücken Sie jedesmal den Softkey **Select char**. Drücken Sie zum Abschließen der Eingabe **Enter**.

**Datei löschen**

1. Markieren Sie die zu löschende Datei mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (↑) (↓).
2. Drücken Sie **Delete File** **YES**.
3. Durch folgende Tastenfolge können Sie alle im aktuellen Verzeichnis enthaltenen Dateien gleichzeitig löschen: **Delete All Files** **YES**.

**Datei kopieren**

1. Markieren Sie die zu kopierende Datei mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (↑) (↓).
2. Drücken Sie **Copy File** und wählen Sie anschließend das Speichermedium, auf das die Datei kopiert werden soll. Wenn Sie möchten, können Sie einen vom Quelldateinamen abweichenden Zieldateinamen eingeben.
3. Geben Sie den Zieldateinamen über die externe Tastatur (sofern vorhanden) oder mit Hilfe des Drehknopfs und der Softkeys ein.

**VORSICHT**

Beachten Sie, daß kein Warnhinweis ausgegeben wird, wenn eine Datei dieses Namens bereits existiert. Die betreffende Datei wird einfach überschrieben. Angenommen, der Internspeicher enthält eine Datei mit dem Namen `STATE1.STA`, und die im Diskettenlaufwerk liegende Diskette enthält eine Datei gleichen Namens, aber mit anderem Inhalt. Wenn Sie eine der beiden Dateien auf das andere Speichermedium kopieren, wird die dort gespeicherte Datei durch die neue überschrieben.

4. Drücken Sie zum Kopieren der Datei **Enter**.
5. Wenn Sie alle im aktuellen Verzeichnis enthaltenen Dateien kopieren möchten, drücken Sie **Copy All Files** und wählen Sie anschließend das gewünschte Ziel-Speichermedium.
6. Sie werden aufgefordert, das Zielverzeichnis anzugeben, in welches die Dateien kopiert werden sollen.
7. Drücken Sie **Enter**, falls die Dateien in das Hauptverzeichnis des Ziel-Speichermediums abgespeichert werden sollen. Anderenfalls geben Sie vor Betätigung der Taste **Enter** den Zieldateinamen über die externe Tastatur (sofern vorhanden) oder mit Hilfe des Drehknopfs und der Softkeys ein.

### Dateizugiff über SCPI, IBASIC oder FTP

Auf die im Internspeicher oder auf einer Diskette gespeicherten Dateien können Sie über den HP-IB (mit Hilfe SCPI-Befehlen) oder von einem IBASIC-Programm aus oder über ein lokales Netzwerk zugreifen. Die für die verschiedenen Speichermediumen verwendeten Dateinamen sind aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich. Wenn Sie die Dateifunktionen benutzen, werden Sie bemerken, daß im Dateikatalogfenster und in den Fenstern zur Eingabe eines Dateinamens der SCPI-Dateiname angezeigt wird.

**HINWEIS**

Die “Dynamische Daten-Disk” ist ein internes FTP-Verzeichnis mit dem Namen “Data.” Weitere Informationen hierzu finden Sie unter “Accessing the Analyzer’s Dynamic Data Disk” im *The LAN Interface User’s Guide Supplement*.

**Tabelle 3-1 Dateinamen für die verschiedenen Speichermedien**

| Speichermedium | SCPI-Name | IBASIC-Name | FTP-Verzeichnis |
|---|---|---|---|
| Nichtflüchtige RAM-Disk | `MEM:`*Datei* | *Datei*`:MEMORY,0,0` | `/nvram/Datei` |
| Flüchtige RAM-Disk | `RAM:`*Datei* | *Datei*`:MEMORY,0,1` | `/ram/Datei` |
| Eingebautes 3,5”-Diskettenlaufwerk | `INT:`*Datei* | *Datei*`:INTERNAL` | `/int/Datei` |
| Dynamische Daten-Disk | `DATA:`*Datei* | nicht unterstützt | `/data/Datei` |

- Weitere Informationen über die HP-IB Programmierung finden Sie in den Handbüchern *Programmer's Guide* und *Example Programs Guide*.
- Weitere Informationen über den Dateizugriff von IBASIC-Programmen aus finden Sie unter dem IBASIC-Schlüsselwort “MASS STORAGE IS” im *HP Instrument Basic User's Handbook*.
- Weitere Informationen über den FTP-Dateizugriff über ein lokales Netzwerk finden Sie im *The LAN Interface User's Guide Supplement*.

## Verzeichnisfunktionen

Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie Verzeichnis anlegen können, um Dateien nach Kategorien abspeichern zu können. Weiterhin wird beschrieben, wie Sie zwischen den vorhandenen Verzeichnissen wechseln und nicht mehr benötigte Verzeichnisse löschen können. Die Verzeichnisfunktionen sind auf die nichtflüchtigen RAM-Disk, auf die flüchtige RAM-Disk und auf 3,5”-Disketten anwendbar.

### Verzeichnis erstellen

1. Wenn Sie ein Verzeichnis auf einer Diskette erstellen möchten, legen Sie eine MS-DOS-formatierte Diskette in das Laufwerk ein. Falls Sie keine formatierte Diskette zur Hand haben, müssen Sie zunächst eine Diskette formatieren. Siehe hierzu “Formatieren einer Diskette” weiter unten in diesem Kapitel.
2. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk** .

3. Wählen Sie das Speichermedium, auf dem Sie das Verzeichnis erstellen möchten: interne nichtflüchtige RAM-Disk, interne flüchtige RAM-Disk oder 3,5”-Diskette.

**VORSICHT**

Beachten Sie, daß der Inhalt der flüchtigen RAM-Disk beim Ausschalten des Analysators *verloren geht*.

4. Drücken Sie **Prior Menu** **File Utilities** **Directory Utilities** **Make Directory** .

   Wählen Sie einen anwendungsbezogenen, möglichst aussagekräftigen Namen für das Verzeichnis. Der Name muß den MS-DOS-Dateinamen-Konventionen entsprechen (maximal acht Zeichen plus Dateinamenerweiterung, bestehend aus maximal drei Zeichen).

   Lange Dateinamen wie in Windows 95®, Windows 98® und Windows NT® werden *nicht* unterstützt.

5. Geben Sie den neuen Verzeichnisnamen ein. Hierzu haben Sie zwei Möglichkeiten zur Auswahl:

   - Geben Sie den Dateinamen über eine externe, am rückseitigen Anschluß DIN KEYBOARD angeschlossene Tastatur ein. (Informationen über die Verwendung einer externen Tastatur finden Sie unter “Verwendung einer externen Tastatur” weiter unten in diesem Kapitel).
   - Wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs nacheinander die gewünschten Zeichen und drücken Sie jedesmal den Softkey **Select char** . Drücken Sie zum Abschließen der Eingabe **Enter** .

6. Drücken Sie zum Erstellen des Verzeichnisses **Make Directory** .

**HINWEIS**

Sie können auch in ein bereits vorhandenes Verzeichnis wechseln und darin mit Hilfe des Softkeys **Make Directory** ein Unterverzeichnis anlegen. Die Anzahl der Zeichen in einem Verzeichnispfad darf gemäß MS-DOS-Konvention nicht mehr als 63 betragen.

### Wechseln in ein Verzeichnis

1. Markieren Sie mit Hilfe der Tasten das Verzeichnis, in das Sie wechseln möchten. Drücken Sie anschließend **Change Directory** . Nach dem Wechseln in ein anderes Verzeichnis wird der Name des aktuellen Verzeichnisses im obersten Feld der Dateiliste angezeigt.

2. Wenn Sie in das übergeordnete Verzeichnis wechseln möchten, markieren Sie **..**<PARENT> und drücken Sie **Change Directory**.
3. Wenn Sie in das Hauptverzeichnis wechseln möchten, wechseln Sie so oft in das übergeordnete Verzeichnis ( **. .<PARENT>** ), bis als aktueller Verzeichnisname nur noch ein umgekehrter Schrägstrich ("\") angezeigt wird.

**Verzeichnis löschen**

1. Nur leere Verzeichnisse können gelöscht werden. Wenn das Verzeichnis, das Sie löschen möchten, Dateien enthält, die Sie noch benötigen, müssen Sie diese zunächst in ein anderes Verzeichnis kopieren und dann löschen. Siehe hierzu "Weitere Dateifunktionen" weiter oben in diesem Kapitel.
2. Markieren Sie das zu löschende Verzeichnis mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten .
3. Drücken Sie **Remove Directory**.

## Formatieren einer Diskette

Unformatierte Disketten müssen zunächst formatiert werden, bevor Sie Daten darauf speichern können. Die interne nichtflüchtige RAM-Disk und die interne flüchtige RAM-Disk müssen nicht formatiert werden.

**VORSICHT**

Beachten Sie, daß alle auf der Diskette gespeicherten Daten beim Formatieren verloren gehen.

1. Vergewissern Sie sich, daß der Schreibschutz-Schieber der Diskette sich nicht in der Stellung "schreibgeschützt" befindet.
2. Legen Sie die Diskette in das Diskettenlaufwerk ein.
3. Drücken Sie SAVE RECALL **File Utilities** **Format Disk Menu** **Format 3.5" Disk** **YES**.
4. Die Formatierung dauert etwa 2,5 Minuten.

# Anschließen und Konfigurieren eines Druckers oder Plotters

Der Analysator kann die angezeigten Meßergebnisse direkt (d. h. ohne daß dazu ein Computer benötigt wird) auf ein kompatibles Peripheriegerät ausgeben. Das Gerät unterstützt Peripheriegeräte mit HP-IB, serieller, paralleler oder LAN-Schnittstelle.

**HINWEIS** Die Information, welches Ausgabegerät zuletzt gewählt wurde, und die entsprechenden Konfigurationsparameter bleiben beim Ausschalten des Analysators oder bei einem Preset erhalten.

## Auswahl eines kompatiblen Druckers oder Plotters

Die meisten Desktop-Drucker und Plotter von Hewlett-Packard sind mit dem Analysator kompatibel. Einige weit verbreitete, kompatible Peripheriegeräte sind nachfolgend aufgelistet (einige davon werden nicht mehr hergestellt, sind aber noch bei vielen Kunden im Einsatz).

**Kompatible Plotter**

- HP 7440A ColorPro Farbgrafik-Plotter mit acht Stiften
- HP 7470A Grafik-Plotter mit zwei Stiften
- HP 7475A Grafik-Plotter mit sechs Stiften
- HP 7550A/B Schneller Grafik-Plotter mit acht Stiften

**Kompatible Drucker**

- Alle Modelle der Familie HP LaserJet (die Modelle ab LaserJet III unterstützen PCL5 und ermöglichen dadurch besonders hohe Druckgeschwindigkeiten).
- Alle Modelle der Familie HP DeskJet (die Modelle HP DeskJet 1200C und 1600C können auch zum Plotten verwendet werden).
- HP DeskJet Portable
- HP PaintJet 3630A
- Epson-Drucker, die mit der Druckerbefehlssprache FX-86e/FX-800 (auch Epson ESC P1 genannt) kompatibel sind. Neuere Drucker, welche die Befehlssprache Epson ESC P2 unterstützen, sind ebenfalls kompatibel.

**HINWEIS** Eine aktuelle Kompatibilitätsliste finden Sie auf der Web-Seite http://www.hp.com/go/pcg.

## Auswählen eines geeigneten Schnittstellenkabels

Wenn Sie Ihr Peripheriegerät an die HP-IB-Schnittstelle des Analysators anschließen möchten, verwenden Sie eines der folgenden Kabel:

- HP 10833A HP-IB Kabel, 1,0 m
- HP 10833B HP-IB Kabel, 2,0 m
- HP 10833D HP-IB Kabel, 0,5 m

Wenn Sie Ihr Peripheriegerät an die parallele oder serielle Schnittstelle des Analysators anschließen möchten, verwenden eines der folgenden Kabel:

- HP C2950A Parallelschnittstellenkabel, 2,0 m
- HP C2951A Parallelschnittstellenkabel, 3,0 m
- HP C2946A Parallelschnittstellenkabel, 3,0 m
- HP C2947A Parallelschnittstellenkabel, 10 m
- HP C2913A RS-232C-Schnittstellenkabel (seriell), 1,2 m
- HP 24542G Serielles Schnittstellenkabel, 3 m (9pol. weibl. auf 25pol. männl.)

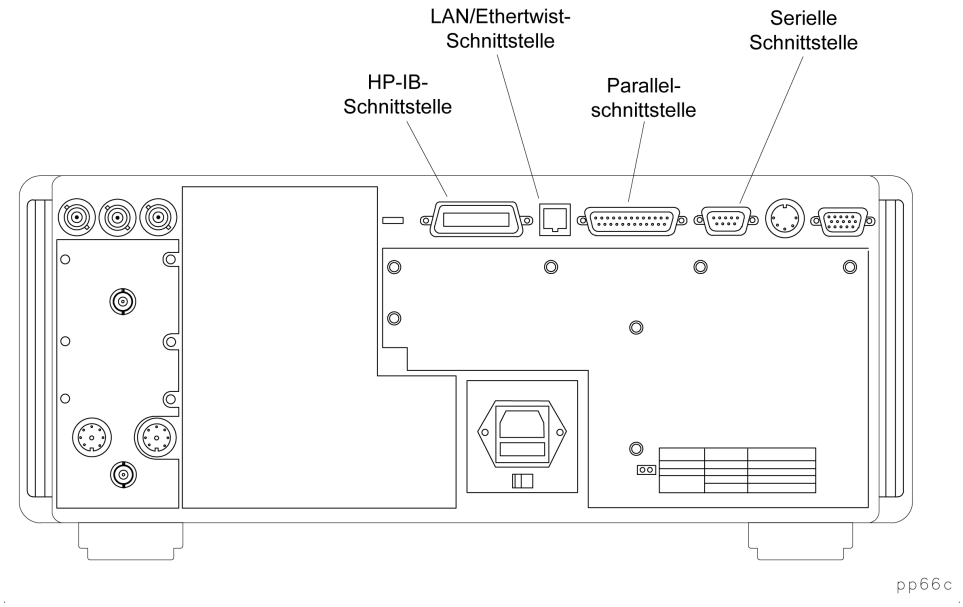
Wenn Sie Ihr Peripheriegerät an die LAN-Schnittstelle des Analysators anschließen möchten, benötigen Sie einen LAN-Hub und zwei Ethertwist-Kabel. Wir empfehlen folgende Produkte:

- HP J2610B AdvanceStack 10Base-T Hub-8U (typischer Hub mit 8 Ports)
- HP J2611B AdvanceStack 10Base-T Hub-16U (typischer Hub mit 16 Ports)
- HP 92268A Twisted-Pair-Kabel (“straight-through”), 4 m
- HP 92268B Twisted-Pair-Kabel (“straight-through”), 8 m
- HP 92268C Twisted-Pair-Kabel (“straight-through”), 16 m
- HP 92268D Twisted-Pair-Kabel (“straight-through”), 32 m
- HP 92268N Twisted-Pair-Kabel (“straight-through”), 300 m

# Anschließen des Druckers oder Plotters

1. Schalten Sie den Analysator und den Drucker oder Plotter aus.
2. Schließen Sie den Drucker oder Plotter an eine der in Abbildung 3-26, “Peripheriegeräte-Schnittstellen”, gezeigten Schnittstellen an.

**Abbildung 3-26 Peripheriegeräte-Schnittstellen**



# Konfigurieren der Hardcopy-Schnittstelle

Wenn Sie zum Ausdrucken oder Plotten Ihrer Meßergebnisse stets das gleiche Peripheriegerät benutzen, brauchen Sie die folgenden Einstellungen nur ein einziges Mal vorzunehmen. Sie können den Analysator für eines der nachfolgend aufgelisteten Peripheriegeräte konfigurieren.

| Gerätetyp | Befehlssprache | Schnittstelle |
|---|---|---|
| HP Plotter | HPGL | Parallelschnittstelle |
| HP Plotter | HPGL | RS232 seriell |
| HP Plotter | HPGL | HP-IB |
| HP Printer | PCL | Parallelschnittstelle |
| HP Printer | PCL | RS232 seriell |
| HP Printer | PCL | HP-IB |
| Epson-kompatibler Drucker | Epson | Parallelschnittstelle |
| Epson-kompatibler Drucker | Epson | RS232 seriell |
| Datei | HPGL | Eingebautes 3,5”-Diskettenlaufwerk |
| Datei | PCX | Eingebautes 3,5”-Diskettenlaufwerk |
| Datei | PCL5 | Eingebautes 3,5”-Diskettenlaufwerk |
| Datei | HPGL | Nichtflüchtige RAM-Disk |
| Datei | PCX | Nichtflüchtige RAM-Disk |
| Datei | PCL5 | Nichtflüchtige RAM-Disk |
| HP LaserJet PCL5/6 | PCL5 | Parallelschnittstelle |
| HP LaserJet PCL5/6 | PCL5 | RS232 seriell |
| HP LaserJet PCL5/6 | PCL5 | HP-IB |
| HP LaserJet PCL5/6 | PCL5 | LAN |

Der Analysator kann Druckbefehle in den Sprachen PCL5, PCL, Epson oder HP-GL senden. Wir empfehlen folgendes:

- Verwenden Sie die Befehlssprache PCL5, falls Ihr Drucker sie unterstützt; mit dieser Sprache erzielen Sie die größtmögliche Druckgeschwindigkeit. Die Drucker der Familie HP LaserJet III/4/5 unterstützen PCL5. Um eine Druckdatei für einen PCL5-Drucker zu generieren und zu senden, benötigt der Analysator zwischen einer und zehn Sekunden.
- Verwenden Sie PCL oder die Epson-kompatible Sprache, falls Ihr Drucker PCL5 nicht unterstützt. Der Analysator verwendet Epson ESC P1-Befehle, die sowohl von IBM-kompatiblen Geräten als auch von Epson FX-86e/FX-800-kompatiblen Geräten “verstanden” werden.
- Verwenden Sie für Plotter die Sprache HP-GL.

**Peripheriegerät auswählen**

Drücken Sie (HARDCOPY) **Select Copy Port** und markieren Sie mit Hilfe des Drehknopfs die Bezeichnung des angeschlossenen Druckers oder Plotters. Drücken Sie anschließend **Select** .

**Analysator für HP-IB Geräte konfigurieren**

Wenn Ihr HP-IB Drucker/Plotter nicht auf die Standardadresse 05 eingestellt ist, drücken Sie **Print/Plot HP-IB Addr** und geben Sie über die Zifferntastatur die Adresse Ihres Druckers/Plotters ein (typische werksseitige Einstellungen sind: Drucker = 01, Plotter = 05).

**Analysator für einen LAN-Drucker konfigurieren**

Drücken Sie **LAN Printr IP Addr** . Geben Sie über eine externe, am rückseitigen Anschluß DIN KEYBOARD angeschlossene Tastatur die LAN-IP-Adresse des Peripheriegerätes ein. (Informationen über die Verwendung einer externen Tastatur finden Sie unter “Verwendung einer externen Tastatur” weiter unten in diesem Kapitel). Oder wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs nacheinander die einzelnen Zeichen der IP-Adresse und drücken Sie jedesmal den Softkey **Select Char** . Drücken Sie anschließend **Enter** . Weitere Informationen zur Druckausgabe über die LAN-Schnittstelle finden Sie im *The LAN Interface User’s Guide Supplement*.

**Analysator für RS-232-Geräte konfigurieren**

1. Wenn Ihr Drucker/Plotter auf eine andere Baudrate als 19200 eingestellt ist, drücken Sie **Baud Rate** und geben Sie die Baudrate Ihres Druckers/Plotters ein. (Die werksseitige Baudraten-Einstellung Ihres Druckers/Plotters können Sie dem Handbuch zu diesem Gerät entnehmen). Der Analysator unterstützt folgende Baudraten: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600 oder 115200. Wenn Grafiken zum Drucker/Plotter gesendet werden sollen, empfehlen wir Ihnen, die höchstmögliche Baudrate zu benutzen.

2. Wählen Sie ein von Ihrem Drucker/Plotter unterstütztes Handshake-Protokoll: Xon/Xoff (Software-Handshake, Standardeinstellung) oder DTR/DSR (Hardware-Handshake).

## Drucker/Plotter-Einstellungen definieren

Wenn Sie zum Ausdrucken oder Plotten Ihrer Meßergebnisse stets das gleiche Peripheriegerät benutzen, brauchen Sie die folgenden Einstellungen nur ein einziges Mal vorzunehmen.

Drücken Sie (HARDCOPY), **Define PCL5** und dann **Define Printer** oder **Define Plotter**, je nachdem, welches Ausgabegerät Sie verwenden. Beachten Sie, daß Sie immer nur eine dieser beiden Optionen wählen können.

Nachfolgend werden drei alternative Prozeduren beschrieben. Falls Sie einen Drucker verwenden, fahren Sie fort mit “PCL5-Drucker definieren” oder “Drucker definieren”. Falls Sie einen Plotter verwenden, fahren Sie fort mit “Plotter definieren”.

### PCL5-Drucker definieren

Nehmen Sie in den Analysator-Menüs folgende Einstellungen vor:

1. Drücken Sie **Restore Defaults**, um die Standardwerte für einen Drucker wiederherzustellen. Die Standardwerte sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

| Parameter | Standardwert |
|---|---|
| Monochrome/Color | Monochrome |
| Orientation | Portrait |
| Auto Feed | ON |
| Top Margin | 0.00 mm |
| Left Margin | 0.00 mm |
| Print Width | 150 mm (5,91 in) |

2. Wählen Sie den Druckertyp: **Monochrome** oder **Color**.

3. Wählen Sie die Orientierung für den Ausdruck: **Portrait** oder **Landscape** . “Portrait” bedeutet Hochformat, “Landscape” bedeutet Querformat.
4. Wenn Sie *keinen* automatischen Seitenvorschub möchten, drücken Sie **Auto Feed OFF** .
5. Drücken Sie **More PCL5** , um die Randeinstellungen und die Druckbreite zu ändern:
   a. **Top Margin** : Hiermit geben Sie den (nicht-bedruckbaren) oberen Rand (in mm) vor. Der Minimalwert beträgt 0.00 mm; der Maximalwert beträgt 200.00 mm.
   b. **Left Margin** : Hiermit geben Sie den (nicht-bedruckbaren) linken Rand (in mm) vor. Der Minimalwert beträgt 0.00 mm; der Maximalwert beträgt 200.00 mm.
   c. **Print Width** : Hiermit geben Sie die Druckbreite (in mm) vor. Der Minimalwert beträgt 80 mm; der Maximalwert beträgt 500 mm. Die Breite ist auf den Drucker bezogen definiert. Der Wert bezeichnet die Breite (rechtwinklig zur Richtung des Papiervorschubs) des Druckbereichs. In der Betriebsart “Landscape” wird der Ausdruck um 90 Grad gegenüber der Betriebsart “Portrait” gedreht. Deshalb definiert “Print Width” in der Betriebsart “Landscape” in Wirklichkeit die höhe des Druckbereichs.

HINWEIS

### PCL5 "PRINT OVERRUN"-Fehler und Seitenschutz

Beim Drucken komplexer Bildschirminhalte im PCL5-Format ist der Drucker u. U. nicht in der Lage, ein korrektes Seiten-Image zu erstellen oder mit der Ausgabegeschwindigkeit des Analysators mitzuhalten. Es kann dann vorkommen, daß das Bild in mehreren Schritten ausgedruckt oder nur teilweise gedruckt wird; dabei können einige Bildinformationen verloren gehen. In solchen Fällen erscheint eine "PRINT OVERRUN"-Meldung im Display des Druckers.

Zur Vermeidung dieses Problems verfügen einige Drucker über eine als “Page Protection” (Seitenschutz) bezeichnete Funktion, die einen bestimmten Anteil des Druckerspeichers für den Seiten-Image-Prozeß reserviert und es dem Drucker ermöglicht, eine ganze Seite im Speicher aufzubauen, bevor der eigentliche Ausdruck auf Papier beginnt. Dadurch ist gewährleistet, daß die ganze Seite ausgedruckt wird.

Gegebenenfalls finden Sie im Handbuch zu Ihrem Drucker Informationen darüber, wie die Seitenschutzfunktion aktiviert wird. **Hinweis:** Bei einigen Druckern erfordert die Seitenschutzfunktion eine Speicherkapazität von 2 MByte oder mehr.

**Drucker definieren** Nehmen Sie in den Analysator-Menüs folgende Einstellungen vor:

1. Drücken Sie **Restore Defaults** , um die Standardwerte für einen Drucker wiederherzustellen. Die Standardwerte sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

| Parameter | Default |
|---|---|
| Monochrome/Color | Monochrome |
| Orientation | Portrait |
| Auto Feed | ON |
| Printer Resolution | 96 Dots Per Inch |
| Top Margin | 0.00 mm |
| Left Margin | 0.00 mm |
| Print Width | 150 mm (5,91 in) |

2. Wählen Sie den Druckertyp: **Monochrome** oder **Color** .
3. Wählen Sie die Orientierung für den Ausdruck: **Portrait** oder **Landscape** . “Portrait” bedeutet Hochformat, “Landscape” bedeutet Querformat.
4. Wenn Sie *keinen* automatischen Seitenvorschub möchten, drücken Sie **Auto Feed OFF** .
5. Drücken Sie **More Printer** , um die Druckauflösung, die Randeinstellungen oder die Druckbreite zu ändern:
   a. **Printer Resolution** Die zulässigen Auflösungen für einige häufig verwendete Drucker sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

**Tabelle 3-2**

| Drucker | Zulässige Auflösungen (in DPI) |
|---|---|
| HP ThinkJet | 96 |
| HP PaintJet | 90, 180 |
| HP LaserJet | 75, 100, 150, 300, 600 |
| HP DeskJet [a] | 75, 100, 150, 300, 600 |
| HP QuietJet | 96, 192 |
| Epson | 60, 120, 240, 360 |

a. Der HP DeskJet 540 sollte nicht mit einer Auflösung von 100 dpi betrieben werden.

b. **Top Margin** : Hiermit geben Sie den (nicht-bedruckbaren) oberen Rand (in mm) vor. Der Minimalwert beträgt 0.00 mm; der Maximalwert beträgt 200.00 mm.

c. **Left Margin** : Hiermit geben Sie den (nicht-bedruckbaren) linken Rand (in mm) vor. Der Minimalwert beträgt 0.00 mm; der Maximalwert beträgt 200.00 mm.

d. **Print Width** : Hiermit geben Sie die Druckbreite (in mm) vor. Der Minimalwert beträgt 80 mm; der Maximalwert beträgt 500 mm. Die Breite ist auf den Drucker bezogen definiert. Der Wert bezeichnet die Breite (rechtwinklig zur Richtung des Papiervorschubs) des Druckbereichs. In der Betriebsart “Landscape” wird der Ausdruck um 90 Grad gegenüber der Betriebsart “Portrait” gedreht. Deshalb definiert “Print Width” in der Betriebsart “Landscape” in Wirklichkeit die höhe des Druckbereichs.

### Plotter definieren

Nehmen Sie in den Analysator-Menüs folgende Einstellungen vor:

1. Drücken Sie **Restore Defaults**, um die Drucker-Parameter auf die Standardwerte einzustellen. Die Standardwerte sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich:

| Parameter | Standardwert |
|---|---|
| Monochrome/Color | Monochrome |
| Auto Feed | ON |
| Farb-Plotter-Stiftnummern | Meßkurve 1 = Stift 1<br>Meßkurve 2 = Stift 2<br>Speicher 1 = Stift 3<br>Speicher 2 = Stift 4<br>Gitterraster = Stift 5<br>Grafik = Stift 6 |

2. Wählen Sie den Plotter-Typ: Monochrom- oder Farb-Plotter.
3. Wählen Sie mit **Set Pen Numbers** die Stiftnummer(n) für die Meßkurven, gespeicherten Meßkurven, das Gitterraster und die Grafiken. Drücken Sie nach dem Auswählen der Stifte **Prior Menu**.
4. Wenn Sie *keinen* automatischen Seitenvorschub wünschen, drücken Sie **Auto Feed OFF**.

# Ausdrucken oder Plotten von Meßergebnissen

Führen Sie zum Drucken oder Plotten Ihrer Meßergebnisse folgende Schritte aus:

1. Wählen Sie den Ausgabe-Port:
   - Printer (Drucker) *oder*
   - Plotter *oder*
   - File (Datei)
2. Definieren Sie die auszugebenden Informationen
3. Starten Sie den Ausdruck:
   - Hardcopy *oder*
   - Ausgabe in Datei

## Auswählen des Ausgabe-Ports

Drücken Sie (HARDCOPY) **Select Copy Port** . Markieren Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (△) (▽) die gewünschte Kombination aus Gerätetyp, Sprache und Ausgabe-Port. Wenn Sie einen Drucker oder Plotter wählen, beachten Sie die Hinweise unter "Anschließen des Druckers oder Plotters" weiter oben in diesem Kapitel. Wenn Sie eine Datei wählen, müssen Sie vorgeben, ob die Datei auf die interne nichtflüchtigen RAM-Disk oder auf eine 3,5"-Diskette abgespeichert werden soll. Weiterhin müssen Sie ein Dateiformat (HP-GL, PCL5 oder PCX) wählen. Alle diese Formate können in viele PC-Anwendungen wie z. B. Textverarbeitungs- oder Zeichenprogramme importiert werden. Dadurch können Sie Bildschirmdarstellungen auf einfache Weise in Berichte, Memos oder sonstige Dokumente einbinden. In Verbindung mit den LAN-Funktionen können Sie eine Hardcopy-Datei im HP-GL-, GIF- oder PCX-Format per FTP aus dem Analysator herunterladen. Weitere Informationen hierzu finden Sie im *The LAN Interface User's Guide Supplement*.

**HINWEIS**

Bevor Sie eine Ausgabe an ein externes Gerät (Drucker oder Plotter) senden, müssen Sie den Analysator für das betreffende Gerät konfigurieren. Einzelheiten hierzu finden Sie im vorigen Abschnitt "Anschließen des Druckers oder Plotters".

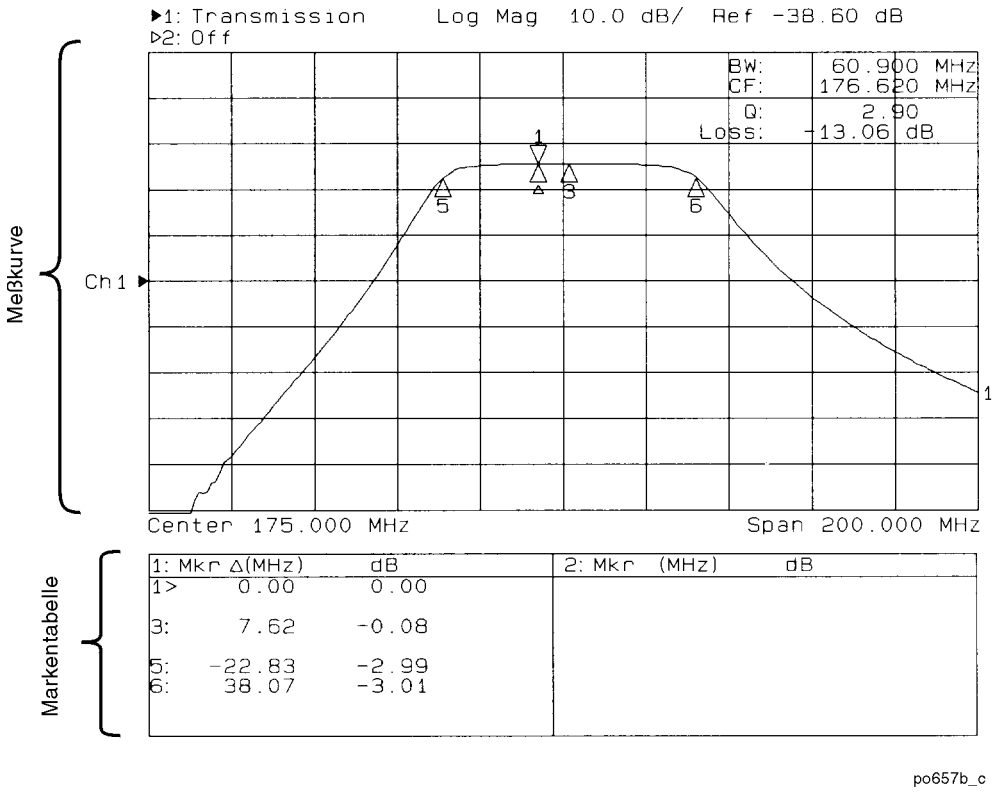
## Ausgabe definieren

Der erste Schritt beim Definieren der Ausgabe besteht darin, zu entscheiden, welche Ausgabeelemente ausgegeben werden sollen.

Drücken Sie (HARDCOPY) **Define Hardcopy** und wählen Sie anchließend eine der folgenden Optionen: Abbildung 3-27, “Verfügbare Ausgabeelemente und Formate”, und Abbildung 3-28, “Meßpunkt-Werte”, zeigen die verfügbaren Ausgabeelemente und Formate.

| | |
|---|---|
| **Graph and Mkr Table** | Meßdiagramm und Markentabelle. |
| **Graph Only** | nur Meßdiagramm. (Diese Option erlaubt auch das Ausdrucken von Grenzwertlinien). |
| **Mkr Table Only** | nur Markentabelle. (Diese Option erlaubt auch das Ausdrucken von Grenzwertlinien). |

**Abbildung 3-27 Verfügbare Ausgabeelemente und Formate**



**List Trace Values** nur Markentabelle. (Diese Option erlaubt auch das Ausdrucken von Grenzwertlinien).

**Abbildung 3-28 Meßpunkt-Werte**

Meßpunkt-Werte

CHANNEL 1:Transmission

| FREQ(MHz) | dB | Mkr# |
|---|---|---|
| 0.300 | -47.01 | |
| 2.047 | -66.92 | |
| 3.794 | -71.87 | |
| 5.541 | -76.94 | |
| 7.288 | -82.18 | |
| 9.035 | -89.23 | |
| 10.782 | -77.77 | |
| 12.529 | -82.95 | |
| 14.276 | -89.84 | |
| 16.023 | -85.46 | |
| 17.770 | -79.86 | |
| 19.517 | -88.07 | |
| 21.264 | -80.75 | |
| 23.011 | -83.53 | |
| 24.758 | -87.51 | |
| 26.505 | -84.91 | |
| 28.252 | -83.51 | |
| 29.999 | -86.01 | |

**HINWEIS** Abbildung 3-28 zeigt die Meßpunkt-Werte für eine Transmissionsmessung im Format “Log Mag”. Bei Messungen im Format “Polar” werden Werte für Frequenz, Betrag und Phase ausgegeben. Bei Messungen im Format “Smith Chart” werden Werte für Frequenz, Widerstand und komplexe Impedanz ausgegeben.

**HINWEIS** Wenn Sie Meßergebnisse auf einen Drucker oder Plotter ohne Eingangspuffer ausgeben, kann sich die Meßgeschwindigkeit verringern. Bei Verwendung eines solchen Gerätes können Sie die Ausgabegeschwindigkeit steigern, indem Sie vor dem Ausdrucken oder Plotten (MENU) **Trigger** **Hold** drücken. Aus der nachfolgenden Tabelle sind die typischen Druckzeiten für einige häufig verwendete Drucker ersichtlich.

**HINWEIS**

Die folgende Tabelle zeigt einige typische Druckzeiten für diverse Drucker von Hewlett-Packard. Es handelt sich um typische Werte; möglicherweise ergeben sich bei Ihnen andere Zeiten. Diese Werte dienen lediglich zu Vergleichszwecken. Die tatsächliche Druckzeit ist von zahlreichen Parametern abhängig, u. a. von der Anzahl der Meßpunkte, der Komplexität der Meßkurve, der Anzahl der Meßkurven, der Komplexität der Benutzergrafik, der Wobbelbetriebsart, der Ausdruckgröße und dem Format.

**Tabelle 3-3 Typische Druckzeiten**

| Druckerauflösung (dpi) [a] | "Portrait"-Format (min:sec) | | | | | | "Landscape"-Format (min:sec) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DeskJet 400 | DeskJet 693C | DeskJet 890C | DeskJet 1200C[b] | DeskJet 1600C | LaserJet 6L | DeskJet 400 | DeskJet 693C | DeskJet 890C | DeskJet 1200C b | DeskJet 1600C | LaserJet 6L |
| **MONO** [c] | | | | | | | | | | | | |
| 100<br>300<br>PCL5 | 0:43<br>0:50<br>– | 0:37<br>0:36<br>– | 0:19<br>0:24<br>– | 0:18<br>0:30<br>0:13 | 0:26<br>1:05<br>0:27 | 0:27<br>0:38<br>0:22 | 0:50<br>1:00<br>– | 0:48<br>0:47<br>– | 0:24<br>0:29<br>– | 0:21<br>0:39<br>0:16[d] | 0:52<br>1:25<br>0:52 | 0:27<br>0:44<br>0:22[d] |
| **COLOR** | | | | | | | | | | | | |
| 100<br>300<br>PCL5 | 1:53<br>4:30<br>– | 0:56<br>2:30<br>– | 0:50<br>1:22<br>– | 0:29<br>1:34<br>0:16 | 0:55<br>3:20<br>0:35 | –<br>–<br>– | 2:24<br>6:01<br>– | 2:05<br>3:18<br>– | 1:12<br>1:49<br>– | 0:46<br>2:15<br>0:31[d] | 1:30<br>4:50<br>1:10 | –<br>–<br>– |

a. Einige Modelle der Familie HP DeskJets unterstützen 100 dpi Auflösung nicht. Wenn Sie in 2/3 Größe plotten, sollten Sie 150 dpi verwenden.
b. Diese Zeiten wurden mit einem HP DeskJet 1200C in der Betriebsart "paper-fast" gemessen.
c. Für monochrome Ausdrucke auf einem HP DeskJet mit Einzelpatrone sollten Sie keine Farbpatrone verwenden.
d. Druckbreite auf 181 mm eingestellt, zur Angleichung an das PCL-"Landscape"-Format.

# Verwendung einer externen Tastatur

Sie können eine externe, IBM PC-AT-kompatible Tastatur an Ihren Analysator anschließen. Eine externe Tastatur erleichtert das Eingeben und Editieren von Datei- und Verzeichnisnamen. Besonders hilfreich ist eine externe Tastatur beim Erstellen und Editieren von IBASIC-Programmen.

Sämtliche Hardkey- und Softkey-Funktionen des Analysators können auch über die externe Tastatur aktiviert werden. Siehe “Steuerung des Analysators über die externe Tastatur” weiter unten in diesem Kapitel.

## Anschließen der Tastatur

Schalten Sie vor dem Anschließen der Tastatur den Analysator aus. Schließen Sie dann eine PC-AT-kompatible Tastatur mit Mini-DIN-Stecker an den rückseitigen Anschluß DIN KEYBOARD an. Schalten Sie danach den Analysator wieder ein.

**HINWEIS**

Falls Ihre Tastatur einen Standard-DIN-Stecker (groß, 5polig) besitzt, benötigen Sie einen Adapter DIN auf Mini-DIN (klein, 6polig). Ein solcher Adapter ist unter der HP-Teilenummer 1252-4141 erhältlich. Weitere Informationen hierzu erhalten Sie durch die nächstgelegene HP-Geschäftsstelle.

## Verwendung der Tastatur zum Editieren

Die externe Tastatur erleichtert das Editieren von Dateinamen, Verzeichnisnamen und IBASIC-Programmen. Im Prinzip können Sie diese Namen bzw. Programme auch mit Hilfe des Drehknopfs und der Softkeys editieren. Dies ist jedoch sehr mühsam.

Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie unter Verwendung der externen Tastatur und der “Re-Save State”-Funktion eine Geräteeinstellung unter dem Namen “Mischer” abspeichern.

1. Bringen Sie den Analysator in die Einstellung, die Sie abspeichern möchten. Siehe “Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse” weiter oben in diesem Kapitel.

2. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk** , und wählen Sie das Speichermedium, auf das Sie die Geräteeinstellung abspeichern möchten.
3. Drücken Sie **Prior Menu** **Re-Save State** .
4. Löschen Sie mit der “Backspace”-Taste den aktuellen Dateinamen (keine Angst – die vorhandene Datei wird nicht überschrieben), und geben Sie über die Tastatur den Namen `Mischer` ein.
5. Drücken Sie auf der Tastatur oder am Analysator die Taste (ENTER); daraufhin wird die aktuelle Geräteeinstellung in eine Datei mit dem Namen “Mischer” abgespeichert.

## Steuerung des Analysators über die externe Tastatur

Im Lieferumfang des Analysators ist eine Tastaturschablone enthalten. Wenn Sie diese Schablone auf die Tastatur legen, haben Sie die nachfolgenden Informationen stets zur Hand. Falls Sie die Tastaturschablone verlegt haben, können Sie unter der HP-Teilenummer 08712-80028 eine neue bestellen.

Mit den unten angegebenen Tastenkombinationen können Sie den Analysator über die externe Tastatur steuern. Die Softkeys sind die acht unbeschrifteten Tasten rechts neben dem Bildschirm. Sie sind von 1 (oberster Softkey) bis 8 (unterster Softkey) numeriert.

**Zuordnung der Funktionstasten auf der Tastatur zu den Tasten am Analysator**

| Funktions-taste auf der externen Tastatur | Entsprechende Taste am Analysator | | |
|---|---|---|---|
| | | **Shift** | **Ctrl** |
| f1 | Softkey 1 | MEAS 1 | SAVE RECALL |
| f2 | Softkey 2 | MEAS 2 | HARD COPY |
| f3 | Softkey 3 | FREQ | SYSTEM OPTIONS |
| f4 | Softkey 4 | POWER | PRESET |
| f5 | Softkey 5 | SWEEP | BEGIN |
| f6 | Softkey 6 | MENU | |
| f7 | Softkey 7 | SCALE | |
| f8 | Softkey 8 | MARKER | |
| f9 | | DISPLAY | |
| f10 | | FORMAT | |
| f11 | | CAL | |
| f12 | | AVG | |

Wenn Sie beispielsweise den Meßkanal 1 aktivieren wollen, drücken Sie auf der Tastatur (Shift) und (F1). Wenn Sie den Analysator in die Preset-Einstellung bringen wollen, drücken Sie auf der Tastatur (Ctrl) und (F4). Lassen Sie in beiden Fällen die erste Taste niedergedrückt, während Sie die zweite drücken. Wenn Sie die Funktion wählen möchten, die dem **Softkey 1** zugeordnet ist, drücken Sie auf der Tastatur (F1) (ohne Modifizierer-Taste).

Im Falle eines Problems sollten Sie zuerst überprüfen, ob die Tastatur korrekt am rückseitigen Anschluß DIN KEYBOARD angeschlossen ist. Die Tastatur muß IBM PC/AT-kompatibel sein.

Druckfunktionen:

Wenn Sie den Bildschirminhalt mit der (HARDCOPY)-Funktion ausdrucken, werden normalerweise die Softkey-Bezeichnungen nicht mit ausgedruckt.

Wenn Sie auf der externen Tastatur (Shift) (Print Screen) drücken, werden die Softkey-Bezeichnungen zusammen mit dem Meßdiagramm ausgedruckt.

# Verwendung eines externen VGA-Bildschirms

An den rückseitigen Anschluß VIDEO OUT COLOR VGA können Sie einen externen, VGA-kompatiblen Bildschirm anschließen, um die Meßergebnisse bequemer ablesen zu können. Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie die Farbzuordnung für die Darstellung auf einem externen VGA-Monitor verändern können.

## Verändern der Farbzuordnung für externen Monitor

Obwohl der Analysator lediglich mit einem Monochrom-Bildschirm ausgestattet ist, können Sie einen externen Farbbildschirm anschließen, dessen Farbdarstellungsmöglichkeiten dann auch genutzt werden. Der Analysator besitzt auf der Rückwand einen Standard-VGA-Anschluß.

Mit der Tastenfolge (DISPLAY) **More Display** **Color Options** **Factory Default** oder **Default 2** können Sie zwischen zwei standardmäßigen Farbzuordnungen wählen, die eine leicht lesbare Darstellung von Meßdaten und Text auf einem externen VGA-Bildschirm ergeben. (Die Einstellungen **Factory Default** und **Default 2** unterscheiden sich nur hinsichtlich der Farben für die Meßkurven 1 und 2 (Trace 1, Trace 2) sowie für die gespeicherten Meßkurven 1 und 2 (Mem 1, Mem 2). Bei Bedarf können Sie die Farben zahlreicher Anzeigeelemente an Ihre individuellen Bedürfnisse anpassen.

Wenn Bildschirminhalte über die LAN-Schnittstelle in einen Web-Browser oder ein Textverarbeitungsprogramm importiert werden, ist es oft zweckmäßig, die Option “inverse display” zu wählen, um eine Darstellung mit weißem Hintergrund zu erhalten.

Wenn Sie die Farbzuordnung für den externen Bildschirm ändern möchten, drücken Sie (DISPLAY) **More Display** **Color Options** **Custom Colors** . Drücken Sie **Select Item** und wählen Sie dann mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (↑) (↓) das Anzeigeelemente, dessen Farbzuordnung Sie ändern möchten. Alternativ können Sie die Nummer des betreffenden Anzeigeelementes über die Zifferntastatur eingeben. Die Nummern der verschiedenen Anzeigeelemente sind aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

**Tabelle 3-4**

| Anzeige-elemente # | Beschreibung |
|---|---|
| 1 | Hintergrund |
| 2 | Text |
| 3 | Benutzergrafik Stift 2 |
| 4 | Benutzergrafik Stift 3 |
| 5 | Benutzergrafik Stift 4 |
| 6 | Benutzergrafik Stift 5 |
| 7 | Benutzergrafik Stift 6 |
| 8 | Benutzergrafik Stift 7 |
| 9 | Inaktiver Text |
| 10 | Warnhinweis |
| 11 | Gitterraster |
| 12 | Trace 1 |
| 13 | Mem 1 |
| 14 | Trace 2 |
| 15 | Mem 2 |
| 16 | Text |

Wenn Sie beispielsweise die Textfarbe von weiß auf eine andere Farbe abändern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie (DISPLAY) **More Display** **Color Options** **Custom Colors** **Select Item** .
2. Drücken Sie (16) (Nummer des Anzeigeelementes “Text” gemäß obiger Liste) und dann(ENTER).
3. Drücken Sie **Saturation** (100) (ENTER).
4. Drücken Sie **Luminance** (100) (ENTER).
5. Drücken Sie schließlich **Hue** und wählen Sie mit Hilfe des Drehknopfs den gewünschten Farbton.

**HINWEIS** Alle Farbzuordnungen bleiben beim Ausschalten des Gerätes oder bei einem Preset erhalten. Mit dieser Tastenfolge können Sie die Standard-Farbzuordnung wiederherstellen: (DISPLAY) **More Display** **Color Options** , **Factory Default** oder **Default 2** .

## Synchronisieren des Bildschirms und Einstellen der Bildlage

Der Analysator bietet zahlreiche Einstellmöglichkeiten zur Synchronisation des externen Bildschirms und zur Einstellung der Bildlage. Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie von diesen Einstellmöglichkeiten Gebrauch machen können.

**VORSICHT** Diese Einstellungen beeinflussen auch den eingebauten Bildschirm des Analysators.

1. Drücken Sie (SYSTEM OPTIONS) **System Config** **CRT Adjust** . Bei Betätigung dieses Softkeys erscheint ein Testbild auf dem Bildschirm (bzw. auf den Bildschirmen). Wenn Sie nicht möchten, daß dieses Testbild während der Einstellarbeiten dargestellt wird, können Sie es durch **Remove Pattern** abschalten.
2. Falls der externe Bildschirm auf das Grün-Signal synchronisiert, aktivieren Sie durch Drücken des Softkeys **Sync Green on OFF** diese Funktion.
3. Drücken Sie zum Einstellen der Vertikal- bzw. Horizontal-Position den Softkey **Vertical Position** bzw. **Horizontal Position** . Stellen Sie anschließend mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (△) (▽) oder durch Eingabe einer Zahl über die Zifferntastatur die optimale Position ein.
4. Drücken Sie **More** . Mit den Softkeys **Vertical Back Porch** , **Horizontal Back Porch** , **Vertical Frnt Porch** und **Horizontal Frnt Porch** können Sie die diversen Synchronisationsparameter optimal an Ihren Bildschirm anpassen. Bei Bedarf können Sie die Standardeinstellung durch **Restore Defaults** wiederherstellen.
5. Alle diese Einstellungen bleiben beim Ausschalten des Gerätes oder bei einem Preset erhalten.

# 4 Optimieren von Messungen

# Einführung

In diesem Kapitel werden Techniken und Analysatorfunktionen beschrieben, die Ihnen helfen, die Genauigkeit und Geschwindigkeit Ihrer Messungen zu optimieren. Die Themen im einzelnen:

- Erhöhen der Wobbelgeschwindigkeit
- Vergrößern des Dynamikbereichs
- Verringern des Rauschens
- Verringern der Anpassungsfehler
- Kompensieren von Phasenverschiebungen innerhalb der Meßanordnung
- Messungen an Bauteilen mit großer elektrische Länge

# Erhöhen der Wobbelgeschwindigkeit

Sie können die Wobbelgeschwindigkeit des Analysators erhöhen (bzw. die Wobbelzeit verkürzen), indem Sie auf die Verwendung bestimmter Funktionen verzichten, die zusätzliche Rechenzeit erfordern; hierzu zählt beispielsweise die “Bandwidth Marker Tracking” -Funktion.

Außerdem können Sie die Wobbelgeschwindigkeit durch Modifizieren von Meßparametern erhöhen. Hier einige Beispiele dafür:

- Start-Frequenz erhöhen
- Betriebsart “Sweep Time AUTO” wählen
- Systembandbreite vergrößern
- Anzahl der zu mittelnden Meßkurven reduzieren
- Anzahl der Meßpunkte reduzieren
- Zweiten Kanal abschalten
- Alternierende Wobbelung abschalten
- Marken und “Marker Tracking”-Funktionen abschalten
- “Spur Avoidance”-Funktion abschalten
- Wobbelbandbreite in der Weise reduzieren, daß keine Bandumschaltungen erforderlich sind (betrifft nur HP 8714ET)

## Erhöhen der Start-Frequenz

Bei Frequenzen unterhalb etwa 20 MHz arbeitet der Analysator mit reduzierter Wobbelgeschwindigkeit; daher können Sie die Wobbelgeschwindigkeit durch Wahl einer höheren Start-Frequenz erhöhen.

1. Drücken Sie (FREQ) **Start** .
2. Geben Sie die höchstmögliche Start-Frequenz ein, die für Ihre Messung zulässig ist.

## Wahl der Betriebsart “Sweep Time AUTO”

In der Betriebsart “Sweep Time AUTO” (Preset-Einstellung) wählt der Analysator automatisch die größtmögliche Wobbelgeschwindigkeit, die mit den jeweiligen Meßparameter-Einstellungen verträglich ist.

1. Drücken Sie (SWEEP) und achten Sie auf die Bezeichnung des Softkeys **Sweep Time AUTO man** . Wenn “AUTO” groß geschrieben ist, bedeutet dies, daß der Analysator sich in der Betriebsart “Sweep Time AUTO” befindet. Wenn “MAN” groß geschrieben ist, bedeutet dies, daß der Analysator sich in der Betriebsart “Sweep Time MAN(uell)” befindet.
2. Falls erforderlich, bringen Sie den Softkey **Sweep Time auto MAN** in die Stellung AUTO.

## Vergrößern der Systembandbreite

Drücken Sie zum Vergrößern der Systembandbreite (ZF-Bandbreite) (AVG) **System Bandwidth** . Beim Vergrößern der Systembandbreite nimmt die Wobbelgeschwindigkeit zu; dies geht allerdings zu Lasten eines stärkeren Rauschens.

**Tabelle 4-1 Zusammenhang zwischen Systembandbreite und Wobbelgeschwindigkeit**

| Systembandbreite | Wobbelgeschwindigkeit |
|---|---|
| “Wide” | maximal |
| “Medium Wide” | schneller |
| “Medium” | schnell |
| “Medium Narrow” | langsam |
| “Narrow” | langsamer |
| “Fine” | minimal |

## Verringerung des “Average Factor”

Falls die Meßdatenmittelungsfunktion aktiv ist (im Preset-Zustand ist sie abgeschaltet), können Sie durch Reduzieren des “Average Factor” (oder durch gänzliches Abschalten dieser Funktion) die Wobbelgeschwindigkeit erhöhen. Die Meßdatenmittelung erfordert mehrere Wobbelzyklen und kostet daher zusätzliche Meßzeit. Wenn Sie das Rauschen nicht durch Meßdatenmittelung, sondern durch Verringern der Systembandbreite reduzieren, ergeben sich u. U. kürzere Meßzeiten.

1. Drücken Sie (AVG) **Average Factor**, geben Sie einen Mittelungsfaktor ein, der kleiner Ausgangssignal der angezeigte ist, und drücken Sie (ENTER).
2. Oder schalten Sie die Meßdatenmittelung aus: (AVG) **Average on OFF**.

## Reduktion der Anzahl der Meßpunkte

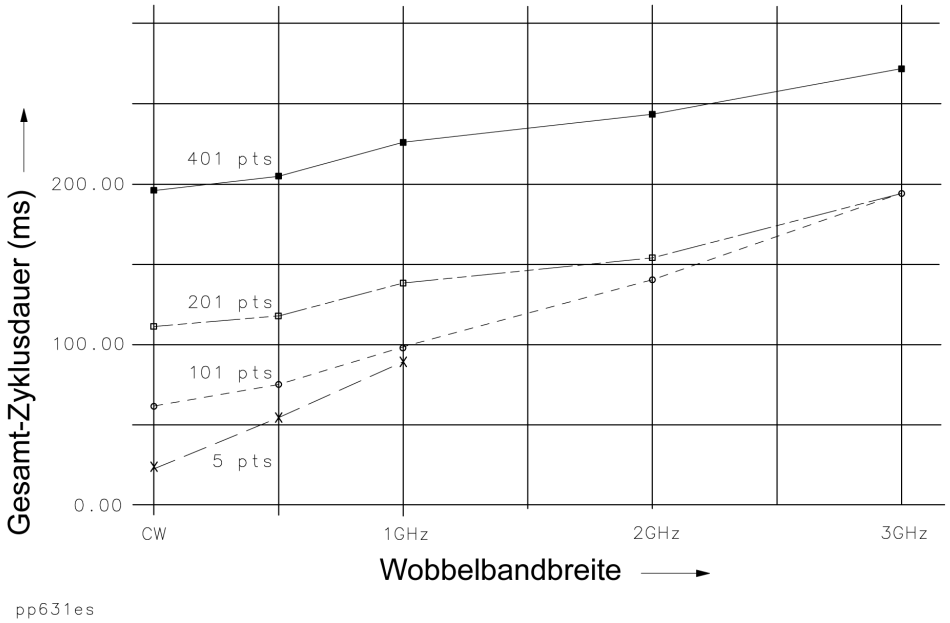
Drücken Sie zum Reduzieren der Anzahl der Meßpunkte (MENU) **Number of Points** und geben Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (△)(▽) oder über die Zifferntastatur einen kleineren Wert ein.

Beim Reduzieren der Anzahl der Meßpunkte verringert sich im allgemeinen auch die Meßzeit. Es ist jedoch zu beachten, daß die Meßzeit u. a. noch von folgenden Faktoren abhängig ist:

- Messung über Frequenzbänder, die sehr niedrige Frequenzen (unterhalb etwa 20 MHz) enthalten.
- Anzahl der erforderlichen Bandumschaltungen. (Bandumschaltungen treten bei etwa 1900 MHz, 2310 MHz und 2620 MHz auf – betrifft nur das Modell HP 8714ET).
- Maximale Wobbelgeschwindigkeit der internen Signalquelle.

Das folgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Anzahl der Meßpunkte, Wobbelbandbreite und Gesamt-Wobbelzyklusdauer. Die Gesamt-Wobbelzyklusdauer ist definiert als die Zeit vom Beginn eines Wobbelzyklus bis zum Beginn des darauffolgenden Wobbelzyklus. Dieses Diagramm bezieht sich auf das Modell HP 8714ET im (PRESET)-Zustand; gegenüber diesem Zustand wurden nur die Anzahl der Meßpunkte und die Wobbelbandbreite, wie angegeben, verändert.

**Abbildung 4-1 Zusammenhang zwischen Wobbelbandbreite, Gesamt-Wobbelzyklusdauer und Anzahl der Meßpunkte**




Aus dem obigen Diagramm ist folgendes ersichtlich:

- Beim Verringern der Wobbelbandbreite verringert sich auch die Gesamt-Wobbelzyklusdauer.
- Beim Verringern der Anzahl der Meßpunkte verringert sich auch die Gesamt-Wobbelzyklusdauer.

## Abschalten eines Kanals

Wenn beide Kanäle dargestellt werden, aber nur einer davon für Sie von Interesse ist, können Sie die Meßzeit durch Abschalten des nicht benötigten Kanals verringern.

Wählen Sie den Kanal, den Sie abschalten möchten: MEAS 1 oder MEAS 2. Wählen Sie anschließend **Meas OFF**.

## Abschalten der “Alternate Sweep”-Funktion

Die “Alternate Sweep”-Funktion (alternierende Wobbelung) ist im Preset-Zustand abgeschaltet, wird aber bei bestimmten zweikanaligen Messungen automatisch aktiviert. Bei alternierender Wobbelung werden die beiden Kanäle nacheinander gemessen. Durch Abschalten dieser Funktion können Sie die Wobbelgeschwindigkeit um den Faktor 2 erhöhen.

1. Drücken Sie (SWEEP) und beachten Sie den Softkey **Alt Sweep on OFF**.
2. Wenn ON groß geschrieben ist, bringen Sie diesen Softkey in die Stellung OFF ( **Alt Sweep on OFF** ).

## Abschalten der Marken und der “Marker Tracking”-Funktionen

Wenn Marken aktiv sind, müssen die Markenanzeigen nach jedem Wobbelzyklus aktualisiert werden; dies kostet Zeit. Durch Abschalten der Marken können Sie die Wobbelzyklusdauer um bis zu 30 ms verkürzen. Wenn das Marken-Softkey-Menü angezeigt wird, muß auch dieses Menü ständig aktualisiert werden; dadurch verlängert sich die Wobbelzyklusdauer um bis zu 10 ms.

Drücken Sie (MARKER) **All Off**.

Wenn eine der “Marker Tracking”-Funktionen aktiv ist, führt der Analysator nach jedem Wobbelzyklus eine Suche aus. Eine einfache Suche wie z. B. **Mkr -> Max** dauert etwa 10 bis 20 ms pro Wobbelzyklus. Umfangreichere Berechnung wie z. B. **Bandwidth** können die Wobbelzyklusdauer um bis zu 100 ms verlängern.

1. Drücken Sie (MARKER) **Marker Search** und beachten Sie den Softkey **Tracking on OFF**.
2. Wenn ON groß geschrieben ist, bringen Sie diesen Softkey in die Stellung OFF.

## Abschalten der “Spur Avoid”-Funktion

Wenn die “Spur Avoidance”-Funktion (Nebenwellenunterdrückung) aktiv ist (im Preset-Zustand ist sie abgeschaltet), zerlegt der Analysator den Wobbelbereich in mehrere Segmente. Zwischen den Segmenten unterbricht der Analysator die Wobbelung und verändert bestimmte interne Frequenzen, um sicherzustellen, daß keine unerwünschten Mischprodukte die Meßgenauigkeit beeinträchtigen. Wenn Sie die “Spur Avoidance”-Funktion abschalten, entfallen diese Unterbrechungen, was zu einer höheren Wobbelgeschwindigkeit führt.

1. Drücken Sie (MENU) **Spur Avoid Options** und achten Sie auf den Softkey **Spur Avoid** .
2. Wenn der Softkey **Spur Avoid** hell unterlegt ist, drücken Sie den Softkey **None** .

**HINWEIS**

Wenn die “Spur Avoid”-Funktion bei Ihrer Messung aktiv sein *muß*, wählen Sie zur Maximierung der Wobbelgeschwindigkeit für die Start-Frequenz einen möglichst hohen Wert.

## Vermeiden von Bandumschaltungen (nur HP 8714ET)

Jede Bandumschaltung kostet Wobbelzeit. Eine Bandumschaltung erfolgt etwa bei folgenden Frequenzen:

- 1900 MHz
- 2310 MHz
- 2620 MHz

Drücken Sie (FREQ) und ändern Sie die Start-Frequenz, die Stop-Frequenz (bzw. die Mittenfrequenz und die Wobbelbandbreite) möglichst so ein, daß Bandumschaltungen vermieden werden.

# Vergrößern des Dynamikbereichs

Der Empfänger-Dynamikbereich entspricht der Differenz zwischen dem maximal zulässigen Eingangspegel und dem Eigenrauschpegel des Analysators. Messungen sind nur dann gültig, wenn das Eingangssignal innerhalb dieser Grenzen liegt. Der Dynamikbereich wird von zwei Faktoren beeinflußt:

- Meßsignalpegel am Eingang des Prüflings
- Empfänger-Eigenrauschen

## Vergrößern des Empfänger-Eingangspegels

Sie sollten den Empfänger-Eingangspegel maximieren, um den größtmöglichen Dynamikbereich zu erzielen. Sie können den Ausgangspegel der Signalquelle erhöhen, solange der Ausgangspegel des Prüflings den zulässigen Eingangspegel des Analysators nicht überschreitet.

Drücken Sie (POWER) **Level** und geben Sie den gewünschten Ausgangspegel ein.

Solange der Signalpegel am Ausgang des Prüflings die nachfolgend genannten Werte nicht überschreitet, tritt im Empfänger keine signifikante Signalkompression auf.

Empfohlener maximaler Eingangspegel

| | **Empfohlener maximaler Eingangspegel** |
|---|---|
| Schmalband-Betriebsart | +10 dBm |
| Breitband-Betriebsart | +16 dBm |

**VORSICHT** Beachten Sie, daß der Signalpegel am Empfängereingang den absoluten Grenzwert von +20 dBm keinesfalls überschreiten darf; bei Überschreitung dieses Wertes kann der Empfänger beschädigt werden.

**HINWEIS** Der Normierungspegel kann die dynamische Genauigkeit des Analysators beeinflussen.

# Reduzieren des Eigenrauschens

Der Dynamikbereich des Empfängers läßt sich durch Reduzieren der Systembandbreite und durch Wahl eines größeren Mittelungsfaktors vergrößeren.

### Ändern der Systembandbreite

Beim Verringern der Systembandbreite 1 wird die Empfänger-Eingangsbandbreite mittels digitaler Filterung reduziert; dadurch verringert sich der Rauschpegel. Wenn die Systembandbreite verringert wird, werden mehr Empfängermessungen pro Frequenzpunkt benötigt; dadurch verlängert sich die Wobbelzeit. Gegenüber der Rauschreduktion durch Meßdatenmittelung hat dieses Verfahren den Vorteil, daß für die Berechnungen ein einzelner Wobbelzyklus genügt.

Der Analysator bietet sechs verschiedene Systembandbreiten zur Auswahl: “wide”, “medium wide” (Standardeinstellung), “medium”, “medium narrow”, “narrow” und “fine”.

1. Drücken Sie (AVG) **System Bandwidth** .
2. Wählen Sie die gewünschte Systembandbreite:

   **Wide 6500 Hz**

   **Med Wide 4000 Hz**

   **Medium 3700 Hz**

   **Med Narrow 1200 Hz**

   **Narrow 250 Hz**

   **Fine 15 Hz**

### Ändern des “Averaging Factor”

Bei aktiver “Averaging”-Funktion berechnet der Analysator die dargestellte Meßkurve punktweise aus den Ergebnissen mehrerer Messungen. Die Mittelwertberechnung erfolgt nach einem exponentiellen Verfahren; die Anzahl der für die Berechnungen herangezogenen Messungen und deren Wichtung wird durch den “Averaging Factor” bestimmt, den Sie vorgeben können.

Eine Vergrößerung des “Averaging Factor” hat folgende Auswirkungen:

- Der Signal/Rauschabstand nimmt zu.
- Die Wobbelzeit für eine einzelne Wobbelung bleibt gleich, aber
- die Gesamtmeßzeit verlängert sich.

Sehr niederfrequentes Rauschen läßt sich mit Hilfe der “Averaging”-Funktion besser unterdrücken als durch Verringern der Systembandbreite.

1. Drücken Sie (AVG) **Average Factor** , geben Sie einen Mittelungsfaktor ein, der kleiner als der angezeigte ist, und drücken Sie (ENTER).
2. Drücken Sie **Average on OFF** .

**HINWEIS**

Bei aktiver Meßdatenmittelung wird in der unteren rechten Ecke des Bildschirms ein Hinweis im Format `Avg x,y` angezeigt. “x” bezeichnet den Mittelungsfaktor für Kanal 1, und “y” den Mittelungsfaktor für Kanal 2. Falls nur ein Kanal eingeschaltet ist, wird nur der Mittelungsfaktor für den betreffenden Kanal angezeigt.

# Verringern des Rauschens

Das der Meßkurve überlagerte Rauschen läßt sich auf dreierlei Weise reduzieren: Meßdatenmittelung, Reduktion der Systembandbreite oder Unterdrückung von Nebenwellen.

## Rauschreduktion durch Meßdatenmittelung

Die Meßdatenmittelungsfunktion basiert auf einer gewichteten gleitenden Mittelwertbildung. Mit jedem Wobbelzyklus erhöht sich der effektive Mittelungsfaktor, und entsprechend nimmt das Rauschen ab.

1. Drücken Sie (AVG) **Average Factor** .
2. Geben Sie einen Mittelungsfaktor ein, und drücken Sie (ENTER).
3. Drücken Sie **Average on OFF** .

   Ausführlichere Informationen über die Meßdatenmittelung finden Sie im vorausgegangenen Abschnitt.

## Rauschreduktion durch Verringern der Systembandbreite

Eine Reduktion der Systembandbreite bewirkt eine Rauschreduktion während jedes einzelnen Wobbelzyklus. Durch das Verringern der Systembandbreite kann sich jedoch auch die Wobbelgeschwindigkeit verringern. Die Meßdatenmittelungsfunktion reduziert das Rauschen durch Mittelung über mehrere Wobbelzyklen hinweg, wogegen sich die Reduktion der Systembandbreite in jedem einzelnen Wobbelzyklus rauschmindernd auswirkt. Ausführlichere Informationen über die Systembandbreite finden Sie im vorausgegangenen Abschnitt.

Drücken Sie (AVG) **System Bandwidth** **Narrow 250 Hz** oder **Fine 15 Hz** .

Durch das Verringern der Systembandbreite verlängert sich die Wobbelzeit. In der Betriebsart “Sweep Time AUTO” wählt der Analysator automatisch die größtmögliche Wobbelgeschwindigkeit, die mit der gewählten Systembandbreite verträglich ist. (“Sweep Time AUTO” ist standardmäßig aktiviert).

# Unterdrückung interner Nebenwellen

Nebenwellen sind unerwünschte interne Mischprodukte.

Der Analysator bietet zwei verschiedene Funktionen zur Unterdrückung von Nebenwellen. Beide Funktionen verschieben die Frequenzen der Nebenwellen in der Weise, daß sich die Frequenz des Meßsignals nicht verändert. Diese Verschiebung wird durch Verändern interner Frequenzen erreicht, welche die störenden Mischprodukte hervorrufen. Die beiden Funktionen sind:

- "Dither"
- "Spur Avoid"

Die "Dither"-Funktion ist bei kleinen Wobbelbandbreiten (etwa <15 MHz) die wirkungsvollere. Falls auch bei aktiver "Dither"-Funktion noch Nebenwellen sichtbar sind, verwenden Sie statt dessen die "Spur Avoid"-Funktion.

### Verschieben von Nebenwellen durch Dithering

Die "Dither"-Funktion verschiebt die Frequenzen sämtlicher Nebenwellen einmalig um einen kleinen Betrag und wirkt sich nicht negativ auf die Wobbelgeschwindigkeit aus. Es kann allerdings vorkommen, daß die Verschiebung nicht ausreicht, um einige innerhalb des Meßfrequenzbandes liegende Nebenwellen aus dem Band heraus zu schieben, oder daß sogar Nebenwellen, die ursprünglich außerhalb des Bandes lagen, in das Band hinein geschoben werden. Aus diesem Grund eignet sich die "Dither"-Funktion am besten für schmalbandige Messungen mit benutzerdefinierter Kalibrierung. Die "Dither"-Funktion wird folgendermaßen benutzt:

1. Drücken Sie (MENU) **Spur Avoid Options** **Dither** .
2. Führen Sie eine benutzerdefinierte Kalibrierung durch. Informationen über Kalibrierprozeduren finden Sie in Kapitel 5, "Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung".

**VORSICHT**

Die Kalibrierung muß in Verbindung mit der gleichen Nebenwellen-Unterdrückungsfunktion durchgeführt werden, die auch bei den späteren Messungen angewandt wird. Ist dies nicht der Fall, so erhalten Sie ungültige Meßergebnisse.

### Aktivieren der "Spur Avoidance"-Funktion

Bei aktiver "Spur Avoidance"-Funktion wobbelt der Analysator bis zu einer Frequenz kurz vor einer Nebenwelle, unterbricht dann die Wobbelung, verschiebt die Nebenwelle, wobbelt dann über die ursprüngliche

Nebenwellenfrequenz hinweg, unterbricht wiederum die Wobbelung, verschiebt die Nebenwelle wieder zurück und setzt anschließend die Wobbelung fort. Die auf diese Weise zu “umgehenden” Nebenwellen werden mit Hilfe eines speziellen Algorithmus berechnet, der die Nebenwellenfrequenzen, die Wobbelbandbreite, die Anzahl der Meßpunkte, die Wobbelzeit und die Systembandbreite berücksichtigt.

Die “Spur Avoidance”-Funktion wird folgendermaßen benutzt:

1. Drücken Sie (MENU) **Spur Avoid Options** **Spur Avoid** .
2. Führen Sie eine benutzerdefinierte Kalibrierung durch. Eine Beschreibung der Kalibrierprozeduren finden Sie in Kapitel 5.

**HINWEIS** Durch die “Spur Avoid”-Funktion verlängert sich die Wobbelzeit. Da Nebenwellen vorzugsweise im unteren Frequenzbereich auftreten, können Sie die Wobbelgeschwindigkeit erhöhen, indem Sie für die Start-Frequenz einen möglichst hohen Wert wählen.

**VORSICHT** Die Kalibrierung muß in Verbindung mit der gleichen Nebenwellen-Unterdrückungsfunktion durchgeführt werden, die auch bei den späteren Messungen angewandt wird. Ist dies nicht der Fall, so erhalten Sie ungültige Meßergebnisse.

**VORSICHT** Wenn Sie die “Spur Avoid”-Funktion abschalten, wird die Kalibrierung ungültig.

# Verringern der Anpassungsfehler

Anpassungsfehler entstehen dadurch, daß die Eingangs- und Ausgangsimpedanzen des Analysators nicht über den gesamten Frequenzbereich hinweg exakt 50 Ohm bzw. 75 Ohm betragen. Quellenanpassungsfehler entstehen am Signalquellenausgang (RF OUT) und Lastanpassungsfehler am Empfängereingang (RF IN). Wenn der Prüfling nicht unmittelbar am Signalquellenausgang oder Empfängereingang des Analysators angeschlossen ist, werden durch durch Kabel, Adapter usw. verursachten Anpassungsfehler als Bestandteil des Quellen- und Lastanpassungsfehlers betrachtet. Die Quellen- und Lastanpassungsfehler-Terme können durch die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen reduziert werden.

## Reduktion der Anpassungsfehler bei Reflexionsmessungen

Die beste Methode zur Reduktion der Anpassungsfehler bei Reflexionsmessungen an einem Zwei-Tor-Bauteil besteht darin, unmittelbar am Anschlußpunkt des Prüflings eine Reflexionskalibrierung durchzuführen, und zwar mit exakt den gleichen Frequenzparametern, die auch bei der späteren Messung verwendet werden sollen. Die Genauigkeit einer Ein-Tor-Kalibrierung für ein Zwei-Tor-Bauteil kann drastisch verbessert werden, indem der Ausgang des Bauteils nicht an den Empfängereingang des Analysators angeschlossen, sondern mit einem hochwertigen Impedanzabschluß (beispielsweise einem Lastnormal aus einem Kalibrier-Kit) abgeschlossen wird.

1. Konfigurieren Sie den Analysator für die Reflexionsmessung und geben Sie die gewünschten Frequenzparameter ein.
2. Drücken Sie (CAL) **1-Port**.
3. Befolgen Sie die auf dem Bildschirm angezeigten Anweisungen.

Einzelheiten über die für Reflexionsmessungen verfügbaren Kalibrierverfahren finden Sie in Kapitel 5.

## Reduktion der Anpassungsfehlern bei Transmissionsmessungen

Die beste Methode zur Reduktion der Anpassungsfehler bei Transmissionsmessungen an einem Zwei-Tor-Bauteil besteht darin, unmittelbar am Anschlußpunkt des Prüflings eine Reflexionskalibrierung durchzuführen, und zwar mit exakt den gleichen Frequenzparametern, die auch bei der späteren Messung verwendet werden sollen. Zur Minimierung der Lastanpassungsfehler sollte der Ausgang des Prüflings über einen hochwertigen Abschwächer an den Empfängereingang des Analysators angeschlossen werden. Siehe hierzu Abbildung 2-27 in Kapitel 2.

Einzelheiten über die für Transmissionsmessungen verfügbaren Kalibrierverfahren finden Sie in Kapitel 5.

**HINWEIS** Ein Abschwächer zwischen dem Ausgang des Prüflings und dem Empfängereingang reduziert den Dynamikbereich des Systems.

## Verringern der Anpassungsfehler bei kombinierten Reflexions- und Transmissionsmessungen

Wenn Sie Reflexions- und Transmissionsmessungen gleichzeitig (oder ohne die Meßanordnung zu ändern) durchführen möchten, sollten Sie sowohl eine Reflexionskalibrierung als auch eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung durchführen, und zwar unter Verwendung der gleichen Frequenzparameter, die auch bei den späteren Messungen verwendet werden sollen. Es wird empfohlen, den Ausgang des Prüflings über ein Dämpfungsglied mit einer Dämpfung zwischen 6 und 10 dB an den Empfängereingang des Analysators anzuschließen.

**HINWEIS** Ein Abschwächer zwischen dem Ausgang des Prüflings und dem Empfängereingang reduziert den Dynamikbereich des Systems.

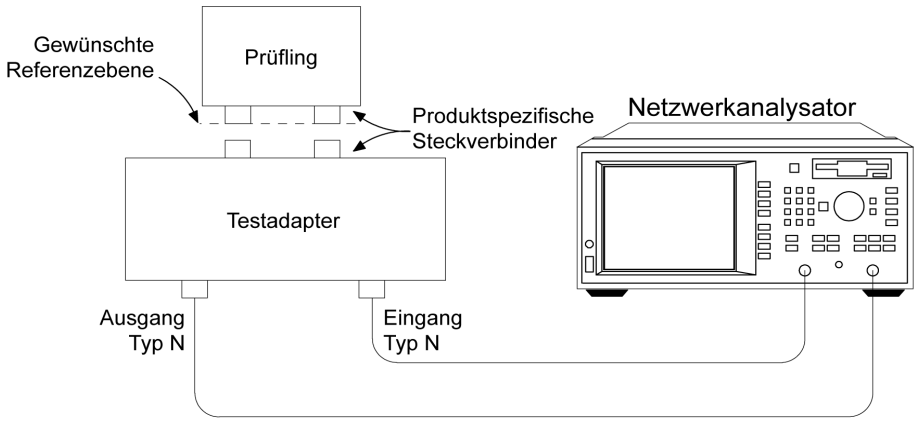
# Kompensieren von Phasenverschiebungen innerhalb der Meßanordnung

## Referenzebenenverschiebung

Die “Port Extension”-Funktion (Referenzebenenverschiebung) ermöglicht es, die von Kabeln, Adaptern, Testadaptern und anderen Teilen der Meßanordnung verursachten Phasenverschiebungen rechnerisch zu kompensieren.

Diese Funktion ist besonders dann nützlich, wenn es nicht möglich ist, unmittelbar an der Anschlußstelle des Prüflings eine Kalibrierung durchzuführen. (Siehe Abbildung 4-2, “Kompensation der vom Testadapter verursachten Phasenverschiebung”). Angenommen, Sie verwenden einen Testadapter, der “analysatorseitig” mit Typ-N-Anschlüssen ausgestattet ist. Da Sie ein entsprechendes Kalibrier-Kit besitzen, ist es kein Problem, an diesen Anschlüssen eine Kalibrierung durchzuführen. Dadurch wird allerdings die elektrische Länge des Testadapters nicht eliminiert. Die optimale Referenzebene für die Kalibrierung wäre die andere Seite des Testadapters. Diese aber besitzt bauteilspezifische Steckverbinder, für die kein Kalibrier-Kit verfügbar ist. In diesem Fall können Sie mit Hilfe der “Port Extension”-Funktion die vom Testadapter verursachte Phasenverschiebung kompensieren.

**Abbildung 4-2 Kompensation der vom Testadapter verursachten Phasenverschiebung**




pp69es

Drücken Sie zum Aktivieren der “Port Extension”-Funktion CAL **More Cal** , **Port Extensions** **Port Ext's on OFF** . Sie können für die Reflexions- und Transmissions-Pfade jeweils individuell eine zu addierende Verzögerung vorgeben.

Wenn eine Verzögerung zwischen dem Port REFLECTION RF OUT und dem Prüfling addiert werden soll, drücken Sie **Refl Port Extension** , und geben Sie den gewünschten Verzögerungswert ein.

Wenn eine Verzögerung zwischen dem Port TRANSMISSION RF IN und dem Prüfling addiert werden soll, drücken Sie **Trans Port Extension** , und geben Sie den gewünschten Verzögerungswert ein.

**HINWEIS**

Den optimalen Verzögerungswert können Sie wie folgt bestimmen: Ersetzen Sie den Prüfling durch ein Kurzschlußnormal. Stellen Sie den Verzögerungswert so ein, daß sich ein horizontaler Phasenfrequenzgang ergibt. (Beachten Sie, daß die meisten Kurzschlußnormale eine elektrische Länge größer Null aufweisen; daraus resultiert ein Restfehler in Höhe der doppelten elektrischen Länge des Kurzschlußnormals).

Die von Ihnen eingegebenen Verzögerungswerte werden automatisch auf Transmissions- und Reflexionsmessungen angewandt. Bei Reflexionsmessungen wird das Doppelte des “Reflection Port Extension”-Wertes angewandt. Bei Transmissionsmessungen, werden der “Reflection Port Extension”-Wert und der “Transmission Port Extension”-Wert jeweils einfach angewandt.

## Elektrische Verzögerung

Eine weitere Möglichkeit zur Referenzebenenverschiebung bietet die Funktion **Electrical Delay** , auf die Sie über die Taste SCALE zugreifen können. Die “Electrical Delay”-Funktion (elektrische Verzögerung) ermöglicht es, zu den aktuellen Meßdaten eine Verzögerung zu addieren, um Phasenverschiebungen zu kompensieren. Wenn Sie im Bereich einer bestimmten Frequenz einen horizontalen Phasenfrequenzgang erhalten möchten, markieren Sie diese Frequenz und drücken Sie anschließend MARKER **Marker Functions** **Marker -> Elec Delay** . Der Analysator wählt daraufhin automatisch für den für einen horizontalen Phasenfrequenzgang bei der markierten Frequenz erforderlichen Wert für die elektrische Verzögerung.

Die elektrische Verzögerung wird normalerweise bei Transmissionsmessungen dazu verwendet, die elektrische Länge oder den Phasenlinearitätsfehler des Prüflings zu bestimmen.

Im Gegensatz zum “Port Extension”-Wert wird der “Electrical Delay”-Wert beim Umschalten von Transmissions- auf Reflexionsmessung nicht automatisch verdoppelt. Deshalb ist bei Messungen an Ein-Tor-Bauteilen oder wenn es darum geht, die elektrische Länge des Testadapters zu kompensieren, die “Port Extension”-Funktion gegenüber der “Electrical Delay”-Funktion zu bevorzugen.

**HINWEIS** Die Referenzebenenverschiebung betrifft nur Messungen in der Betriebsart Schmalband-Detektor.

# Messungen an Bauteilen mit großer elektrische Länge

Bei Schmalband-Detektor-Messungen an Bauteilen mit großer elektrischer Länge können die gemessenen Amplituden von der Wobbelgeschwindigkeit abhängen. Der Grund dafür ist, daß das Meßsignal eine gewisse Zeit benötigt, um die zwischen dem Ausgang RF OUT und dem Eingang RF IN liegenden Komponenten (Meßkabel, Adapter, Prüfling) zu durchlaufen. Dies führt dazu, daß bei hoher Wobbelgeschwindigkeit und großer elektrischer Länge zwischen RF OUT und RF IN das Signal am Eingang RF IN eine geringfügig niedrigere Frequenz aufweist als das Signal am Ausgang RF OUT. Dieser Effekt wird als “Frequenz-Shift” bezeichnet. Die Frequenz-Shift läßt sich nach folgender Gleichung berechnen:

$$Frequenzshift = Laufzeit \times \frac{Wobbelbandbreite}{Wobbelzeit}$$

Der mit dem Eingang RF IN verbundene, schmalbandige Empfänger wird exakt auf die momentane Frequenz des über den Ausgang RF OUT ausgegebenen Signals abgestimmt, wobei die Eingangsbandbreite des Empfängers von der gewählten Systembandbreite abhängt. Wenn die Frequenz des Signals am Eingang RF IN niedriger ist als die des Signals am Ausgang RF OUT, mißt der Empfänger aufgrund der Durchlaßkurve des die Systembandbreite bestimmenden Bandfilters eine zu geringe Amplitude. Dieser Amplitudenfehler wird mit zunehmender Frequenz-Shift größer. Ebenso wird der Amplitudenfehler mit abnehmender Systembandbreite größer.

Der Analysator ist so ausgelegt, daß die Auswirkungen der Frequenz-Shift bei Verwendung eines kurzen Kabels zwischen RF OUT und RF IN vernachlässigt werden können. Bei Verwendung eines langen Kabels (oder eines Prüflings mit langer elektrischer Verzögerung) kann die Meßgenauigkeit – insbesondere bei hohen Wobbelgeschwindigkeiten – durch die Frequenz-Shift beeinträchtigt werden. Wenn Sie vermuten, daß dies der Fall ist, können Sie die diesbezüglichen Fehler durch folgende Maßnahmen reduzieren:

- Verlängern der Wobbelzeit
- Verkleinern der Wobbelbandbreite

- Vergrößern der Systembandbreite
- Verwendung kürzerer Meßkabel
- Vollständiges Eliminieren der Auswirkung der Frequenz-Shift durch Verwendung des Breitband-Detektors.

# 5 Verbessern der Meßgenauigkeit durch Kalibrierung

# Einführung

Im folgenden Abschnitt, “Grundlagen der Kalibrierung”, werden zunächst die Grundlagen der Kalibrierung erläutert. Die darauffolgenden Abschnitte enthalten Hinweise zur Auswahl des adäquaten Kalibrierverfahrens sowie zur Durchführung der Kalibrierung und Abspeicherung der Kalibrierdaten.

Beispiele für die Kalibrierung von Transmissions- und Reflexionsmessungen finden Sie auch in Kapitel 2, “Durchführung von Messungen”.

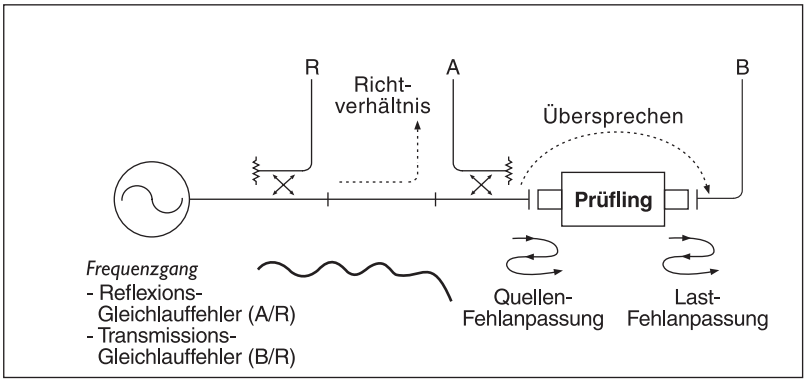
# Grundlagen der Kalibrierung

“Kalibrierung” ist der Oberbegriff für eine Reihe von Verfahren zur Korrektur systematischer Meßfehler. Gemeinsames Merkmal aller dieser Verfahren ist, daß die systematischen Meßfehler zunächst mit Hilfe von Referenzmessungen an hochgenauen Normalen bestimmt werden. Aus den Ergebnissen dieser Referenzmessungen werden Korrekturfaktoren abgeleitet und intern gespeichert. Diese Korrekturfaktoren werden bei den anschließenden Messungen dazu verwendet, die systematischen Meßfehler rechnerisch zu kompensieren. Kalibrierung wird gelegentlich auch als Genauigkeitsverbesserung oder Fehlerkorrektur bezeichnet. Meßfehler lassen sich in drei Kategorien einteilen: zufällige Fehler, Drift und systematische Fehler. Zufällige Fehler – hierzu zählen beispielsweise Rauschen oder die Reproduktionsunsicherheit der Dämpfung von Steckverbindungen – sind nicht reproduzierbar und lassen sich daher nicht durch Kalibrierung eliminieren. Drift-Fehler, beispielsweise Temperatur- oder Frequenzdrift, die nach erfolgter Kalibrierung auftreten, lassen sich durch erneute Kalibrierung eliminieren.

Bei HF-Messungen dominieren zumeist die systematischen Fehler wie z. B. Fehlanpassung oder mangelhafter Gleichlauf zwischen Signalquelle und Empfänger. Glücklicherweise sind systematische Fehler reproduzierbar und lassen sich daher größtenteils korrigieren, wobei ein geringer Restfehler allerdings unvermeidlich ist.

Die wichtigsten Quellen systematischer Fehler sind: Empfänger-Frequenzgang, Übersprechen zwischen den Signalpfaden sowie Reflexionen infolge von Fehlanpassungen innerhalb der Meßanordnung.

**Abbildung 5-1 Systematische Meßfehler**



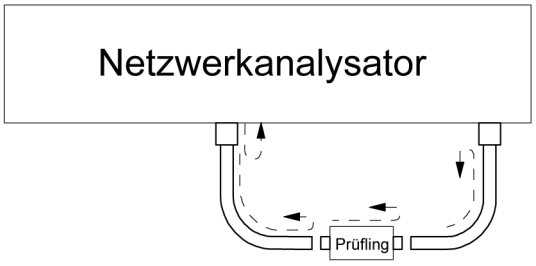

pp637es

**Frequenzgangfehler** (Transmissions- und Reflexions-Gleichlauffehler) entstehen, wenn bei Verhältnismessungen die beiden Empfänger unterschiedliche Frequenzgänge aufweisen.

**Übersprechfehler** entstehen, wenn Signale von einem Pfad in einen anderen übersprechen. Die Fehlerquelle bei Transmissionsmessungen ist das Übersprechen zwischen den Meßanschlüssen. Die Fehlerquelle bei Reflexionsmessungen ist die nicht-ideale Richtwirkung interner Bauteile für die Signaltrennung.

**Anpassungsfehler** entstehen dadurch, daß die Eingangs- und Ausgangsimpedanzen des Analysators nicht über den gesamten Frequenzbereich hinweg exakt der Systemimpedanz entsprechen. Quellenanpassungsfehler entstehen am Signalquellenausgang (RF OUT) und Lastanpassungsfehler am Empfängereingang (RF IN).Wenn der Prüfling nicht unmittelbar am Signalquellenausgang oder Empfängereingang des Analysators angeschlossen ist, werden die durch Kabel, Adapter usw. verursachten Anpassungsfehler als Bestandteil des Quellen- und Lastanpassungsfehlers betrachtet.

**Abbildung 5-2 Anpassungsfehler bei Vorwärts-Reflexionsmessungen**




pp610es

Der Analysator unterstützt mehrere Methoden zur Bestimmung und Korrektur dieser Fehler. Jede dieser Methoden eliminiert einen oder mehrere systematische Fehler; die Grundlage der Fehlerkorrektur ist eine als Fehlermodell bezeichnete mathematische Gleichung. Die Werte der verschiedenen Terme des Fehlermodells werden mit Hilfe von Referenzmessungen an hochgenauen Kalibriernormalen (Kurzschluß-, Leerlauf-, Last- und Durchgangsstecker) bestimmt. Die Genauigkeit kalibrierter Messungen ist entscheidend von der Genauigkeit der verwendeten Kalibriernormale abhängig. Mit Kalibriernormalen von Hewlett-Packard erzielen Sie eine sehr hohe Genauigkeit.

Während des Kalibrierprozesses berechnet der Analysator die Differenzen zwischen den gemessenen Werten und den bekannten Werten des jeweiligen Kalibriernormals. Diese Differenzen werden als Korrekturfaktoren intern abgespeichert. Bei anschließenden Messungen an Prüflingen werden die systematischen Meßfehler mit Hilfe dieser Korrekturfaktoren rechnerisch eliminiert.

Eine Übersicht über die verfügbaren Kalibrierverfahren finden Sie in Tabelle 5-1, “Verfügbare Kalibrierverfahren”.

Damit Sie eine hohe Kalibiergenauigkeit erzielen, sollten Sie folgendes beachten:

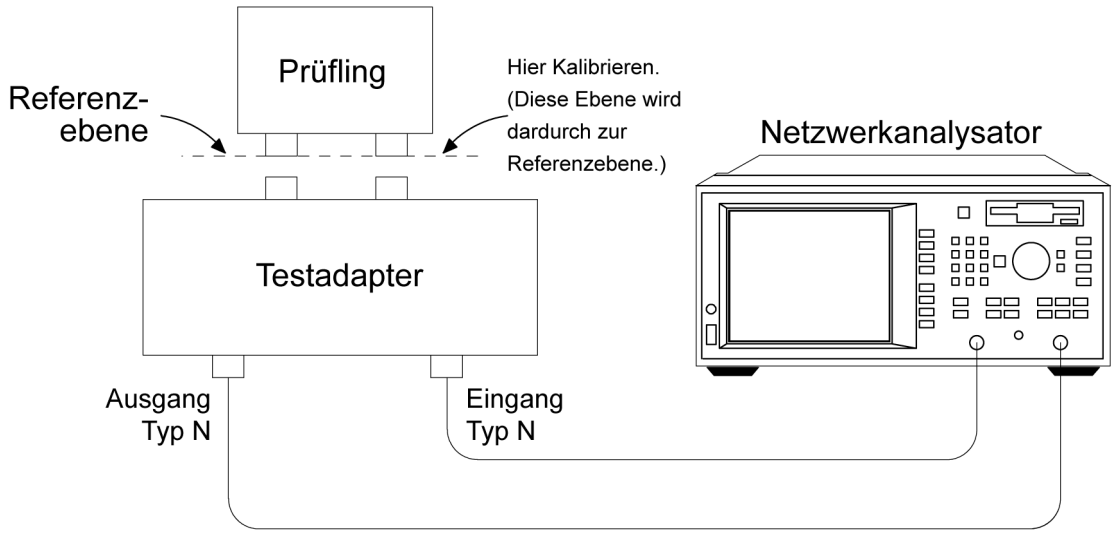
- Verwenden Sie ausschließlich hochwertige Kalibriernormale, und behandeln Sie diese äußerst sorgsam.
- Bevor Sie eine Ein-Tor-Reflexionskalibrierung oder eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung durchführen, müssen Sie am Analysator den verwendeten Kalibrier-Kit eingeben: CAL **More Cal** **Cal Kit** .

- Ziehen Sie die Sicherungsschrauben an den Steckverbindungen der Kalibriernormale bzw. Prüflinge immer gleich stark an. Für 3,5 mm-Steckverbindungen sollten Sie nach Möglichkeit einen Drehmomentschlüssel verwenden.
- Halten Sie die Umgebungstemperaturschwankungen möglichst gering.
- Verwenden Sie ausschließlich hochwertige Kabel (beispielsweise halbstarre).
- Bewegen Sie die Kabel möglichst wenig.

## Referenzebene für die Kalibrierung

In den meisten Fällen werden Sie den Prüfling nicht unmittelbar an der Frontplatte des Analysators anschließen, sondern über Kabel und/oder Adapter. Siehe Abbildung 5-3, “Referenzebene für die Kalibrierung”. Die Referenzebene für die Kalibrierung ist die Ebene der Steckverbinder, an welche die Kalibriernormale angeschlossen werden; die Referenzebene für die Messungen ist die Ebene der Steckverbinder, an welche der Prüfling angeschlossen wird. Die genauesten Meßergebnisse erhalten Sie, wenn diese Referenzebenen in einer Linie liegen, so daß die Einflüsse der Kabel und/oder Adapter “auskalibriert” werden können. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß die Kalibriernormale am gleichen Punkt angeschlossen werden wie später der Prüfling. Siehe hierzu Abbildung 5-3. Informationen über die Auswahl passender Kalibriernormale finden Sie unter “Kalibrier-Kits” weiter unten in diesem Kapitel. Alternativ können Sie die Kalibriernormale unmittelbar an die Frontplattenanschlüsse des Analysators anschließen und die daraus resultierenden Fehler mit Hilfe der in Kapitel 4 beschriebenen “Port Extension”-Funktion korrigieren; dieses Verfahren ist jedoch weniger genau.

**Abbildung 5-3 Referenzebene für die Kalibrierung**



# Standardmäßige und benutzerdefinierte Kalibrierung

Der Analysator bietet Standard-Kalibrierfunktionen, die mit vektorieller Fehlerkorrektur arbeiten. In vielen Fällen ist die damit erreichbare Genauigkeit ausreichend, so daß auf eine benutzerdefinierte Kalibrierung verzichtet werden kann. Diese Standard-Kalibrierfunktionen ermöglichen eine schnelle und einfache Kalibrierung, sind jedoch weniger genau als eine benutzerdefinierte Kalibrierung. Nachfolgend wird beschrieben, wie Sie herausfinden können, ob Ihre Meßanordnung mit den Standard-Kalibrierfunktionen kompatibel ist oder eine benutzerdefinierte Kalibrierung erfordert.

## Wann eine Standard-Kalibrierung ausreicht

- Ihre Meßaufgabe erfordert nicht die größtmögliche Meßgenauigkeit.
- Der Prüfling ist unmittelbar (ohne zwischengeschaltete Kabel oder Adapter) an den Reflexions-Port des Analysators angeschlossen.

Wenn Ihre Meßanordnung diese Bedingungen erfüllt, genügt eine Standard-Kalibrierung. Beachten Sie jedoch, daß bei Verzicht auf eine benutzerdefinierte Kalibrierung die Einhaltung der Port-Spezifikationen nicht gewährleistet ist.

## Wann eine benutzerdefinierte Kalibrierung erforderlich ist

- Ihre Meßaufgabe erfordert größtmögliche Meßgenauigkeit.
- Sie verwenden Adapter zur Anpassung des Analysators an einen anderen Steckertyp oder eine andere Impedanz.
- Der Prüfling ist über ein Kabel am Reflexions-Port des Analysators angeschlossen.
- Sie führen Messungen über ein schmales Frequenzband durch, oder der Prüfling besitzt eine große elektrische Länge.
- Dem Eingang oder Ausgang des Prüflings ist ein Dämpfungsglied oder ähnliches Bauteil vor- bzw. nachgeschaltet.

# Auswahl des Kalibrierverfahrens

Wählen Sie zunächst das für Ihre Messung passende Kalibrierverfahren. Gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Konfigurieren Sie den Analysator für Ihre Messung:
   - Wählen Sie (MEAS 1) *oder* (MEAS 2).
   - Geben Sie die gewünschten Meßparameter ein.
2. Wenn Sie eine Ein-Tor-Reflexionskalibrierung oder eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung durchführen möchten, müssen Sie ein Kalibrier-Kit wählen, das zu dem Steckverbindertyp an der Referenzebene für die Kalibrierung paßt. Siehe hierzu “Referenzebene für die Kalibrierung” und “Kalibrier-Kits” in diesem Kapitel.
3. Drücken Sie (CAL). Es erscheint ein Softkey-Menü mit den Kalibrierverfahren, die für die in Schritt 1 gewählte Meßfunktion verfügbar sind.

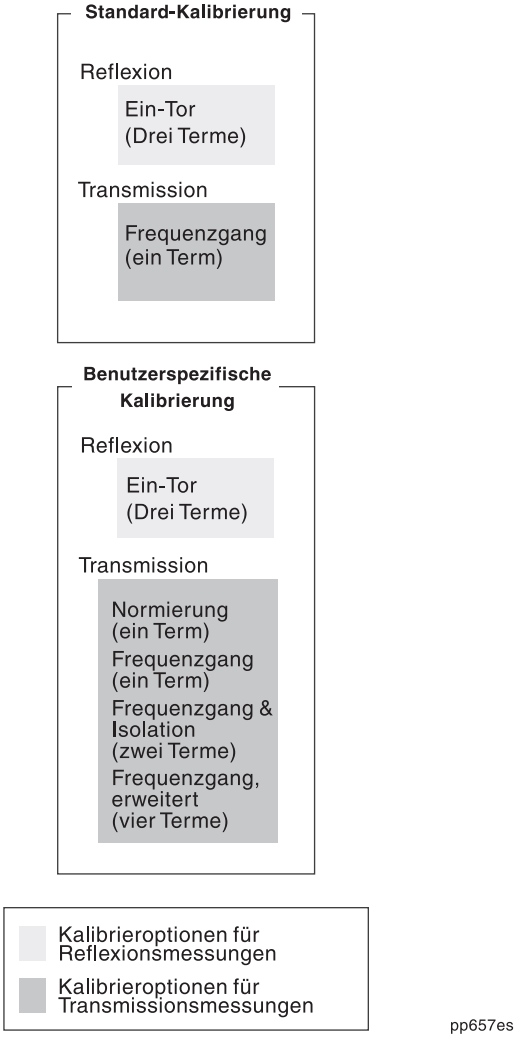
Die für die verschiedenen Meßfunktionen verfügbaren Kalibrierverfahren sind aus Tabelle 5-1 und Abbildung 5-4 ersichtlich. Weiter unten in diesem Kapitel werden die verschiedenen Kalibrierverfahren einzeln erläutert. Zusätzlich wird ein weiteres Kalibrierverfahren beschrieben, das als Normierungskalibrierung bezeichnet wird.

**Tabelle 5-1 Verfügbare Kalibrierverfahren**

| Meßfunktion | Verfügbare Kalibrierverfahren |
|---|---|
| Transmission | “Default Response”<br>“Response”<br>“Response & Isolation”<br>“Enhanced Response”<br>“Normalize” |
| Reflexion | “Default 1-Port”<br>“1-Port” |
| Fehlerlokalisierung[1] | Siehe *Option 100 User's Guide Supplement*. |
| SRL[1] | Siehe *Option 100 User's Guide Supplement*. |
| Pegel/Leistung | “Autozero”<br>“Manual Zero”<br>“Normalize” |
| Mischdämpfung | “Autozero”<br>“Manual Zero”<br>“Normalize” |
| “Unratioed narrowband internal detection” | “Normalize” |

1. Nur bei Geräten mit Option 100 verfügbar.

**Abbildung 5-4 Verfügbare Kalibrierverfahren**



## Laden der Kalibrierdaten aus einer früheren Kalibrierung

Kalibrierdaten aus einer früheren benutzerdefinierten Kalibrierung können wiederverwendet werden, sofern folgende Bedingungen erfüllt sind: 1) Die aktuellen Meßparameter-Einstellungen sind die mit den Kalibrierdaten kompatibel; 2) Die benutzerdefinierten Kalibrierdaten wurden nicht durch manuelles Wählen einer Standard-Kalibrierung des gleichen Typs gewählt ungültig. (Beispiel: eine benutzerdefinierte Ein-Tor-Reflexionskalibrierung wird ungültig, wenn Sie manuell **Default 1-Port** wählen).

Wenn Sie nach dem Laden früherer Kalibrierdaten die Wobbelbandbreite vergrößern, wird die benutzerdefinierte Kalibrierung ungültig, und es werden automatisch die Standard-Kalibrierdaten für das betreffende Kalibrierverfahren geladen. Wenn Sie anschließend die Wobbelbandbreite wieder so weit verkleinern, daß sie mit den benutzerdefinierten Kalibrierdaten kompatibel ist, werden wieder die benutzerdefinierten Kalibrierdaten angewandt.

Beachten Sie, daß nach dem Laden früherer Kalibrierdaten in der oberen rechten Ecke des Bildschirms der Hinweis “C” angezeigt wird. Dieses “C” bedeutet, daß eine benutzerdefinierte Kalibrierung aktiv ist. Wenn Sie die Wobbelbandbreite reduzieren, ändert sich das “C” zu “C?”. Dies bedeutet, daß der Analysator jetzt fehlende Kalibrierdaten interpoliert. Der Hinweis “C?” wird auch dann angezeigt, wenn andere Systemparameter wie z. B. Meßsignalpegel, Anzahl der Meßpunkte oder Wobbelzeit verändert wurden.

Die aktuellen benutzerdefinierten Kalibrierdaten werden stets im nichtflüchtigen (batteriegepufferten) Speicher abgelegt. Bei erneuter Ausführung einer Kalibrierung des gleichen Typs werden diese Daten überschrieben, falls Sie sie nicht durch SAVE RECALL abspeichern. (Siehe “Abspeichern und Wiederabrufen der Kalibrierung” weiter unten in diesem Kapitel.) Wenn der Analysator aus- und wieder eingeschaltet wird, werden die zuletzt gewählten Einstellungen automatisch wiederhergestellt und die zuletzt gültigen Kalibrierdaten automatisch geladen.

## Einfluß der Preset-Operation auf die Kalibrierung

Bei einem Preset bleiben die aktuellen benutzerdefinierten Kalibrierdaten erhalten, sofern sie mit der Preset-Einstellung kompatibel sind. Ist dies nicht der Fall, so wird automatisch eine Standard-Kalibrierung angewandt. Wenn Sie die Einstellungen anschließend in der Weise verändern, daß sie mit den benutzerdefinierten Kalibrierdaten kompatibel sind, werden wieder die benutzerdefinierten Kalibrierdaten angewandt.

## Durchführung einer Normierungskalibrierung

Normierung ist die einfachste Form der Kalibrierung: Der Analysator führt eine Referenzmessung durch, speichert die dabei erfaßten Meßdaten intern ab und dividiert (bei linearer Darstellung) die aktuellen Meßdaten durch die intern gespeicherten Referenzmeßdaten.

Eine Normierungskalibrierung wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Konfigurieren Sie den Analysator für Ihre Messung:
   - Wählen Sie die Meßfunktion
   - Geben Sie die gewünschten Meßparameter ein.
2. Schließen Sie die benötigten Kabel und Adapter genauso an wie für eine normale Messung; lassen Sie dabei jedoch den Prüfling weg.
3. Drücken Sie (DISPLAY) **Normalize** oder (CAL) **Normalize on OFF** .
4. Beachten Sie, daß am oberen Rand des Bildschirms jetzt die Meßfunktion und der Hinweis “/M” angezeigt werden. “/M” bedeutet, daß statt der aktuellen Meßdaten das Verhältnis der aktuellen Meßdaten zu den gespeicherten Referenzmeßdaten dargestellt wird.

**VORSICHT**

Die Normierungskalibrierung wird ungültig, falls nach der Kalibrierung eine Frequenzeinstellung verändert wird. Bei einer Normierungskalibrierung findet *keine* Interpolation fehlender Kalibrierdaten statt.

**VORSI CHT**

Wenn Sie eine andere Kalibrierung durchführen möchten, müssen Sie die Normierungskalibrierung zuvor abschalten: (DISPLAY) **Data** oder (CAL) **Normalize ON off** . Beachten Sie, daß beim Abschalten der Normierungskalibrierung der Hinweis “/M” vom Bildschirm verschwindet.

## Durchführung einer Transmissionskalibrierung

Weiter unten wird beschrieben, welche Arten von systematischen Fehlern durch die verschiedenen Transmissionskalibrierverfahren korrigiert werden. Alle diese Kalibrierverfahren sind auf Messungen in der Betriebsart Schmalband-Detektor zugeschnitten.

Ein Beispiel für die Durchführung einer Frequenzgangkalibrierung für eine Transmissionsmessung finden Sie unter "Transmissionsfrequenzgang-Messung" in Kapitel 2.

Eine Transmissionskalibrierung wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Konfigurieren Sie den Analysator für Ihre Messung:
   - Wählen Sie (MEAS 1) *oder* (MEAS 2) **Transmissn** .
   - Geben Sie die gewünschten Meßparameter ein.
2. Bevor Sie eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung durchführen, wählen Sie am Analysator das verwendete Kalibrier-Kit. Siehe hierzu "Referenzebene für die Kalibrierung" und "Kalibrier-Kits" in diesem Kapitel.
3. Drücken Sie (CAL) und anschließend einen der folgenden Softkeys:

**Default Response**

Mit diesem Softkey starten Sie eine Standard-Frequenzgangkalibrierung (kurz Standard-Kalibrierung genannt). Hierbei werden die Standard-Kalibrierdaten geladen, die vor der Auslieferung des Gerätes im Werk (oder im Rahmen von Wartungsmaßnahmen) ermittelt und nichtflüchtig abgespeichert wurden. Diese Frequenzgangkalibrierung wurde über den vollen Frequenzbereich des Gerätes bei 401 Frequenzpunkten durchgeführt. Die Standard-Kalibrierung läßt sich schnell und einfach durchführen, ist jedoch bei kleinen Wobbelbandbreiten weniger genau als die erweiterte Frequenzgangkalibrierung.

**Response**

Mit diesem Softkey starten Sie eine Frequenzgang-Kalibrierung. Sie werden aufgefordert, ein Durchgangskabel als Kalibriernormal anzuschließen. Anschließend führt der Analysator eine Referenzmessung

über den von Ihnen gewählten Frequenzbereich und die von Ihnen vorgegebene Anzahl von Meßpunkten durch. Diese Kalibrierung dient zur Korrektur systematischer Frequenzgangfehler.

**Response & Isolation**

Mit diesem Softkey starten Sie eine Frequenzgang- und Isolationskalibrierung. Diese Kalibrierung ist nur dann erforderlich, wenn es auf größtmöglichen Dynamikbereich (>100 dB) ankommt. Im Verlauf der Prozedur werden Sie aufgefordert, zunächst Lastnormale und dann ein Durchgangskabel an die Analysator-Ports anzuschließen. Die Referenzmessungen werden über den von Ihnen gewählten Frequenzbereich und die von Ihnen vorgegebene Anzahl von Meßpunkten durchgeführt. Diese Kalibrierung dient zur Korrektur systematischer Frequenzgangfehler und systematischer Fehler infolge von Übersprechen.

**Enhanced Response**

Mit diesem Softkey starten Sie eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung. Diese Kalibrierung ist genauer als die Standard-Frequenzgangkalibrierung. Im Verlauf der Prozedur werden Sie aufgefordert, nacheinander vier Kalibriernormale anzuschließen: Leerlauf, Kurzschluß, Last und Durchgangskabel. Die Referenzmessungen werden über den von Ihnen gewählten Frequenzbereich und die von Ihnen vorgegebene Anzahl von Meßpunkten durchgeführt. Diese Kalibrierung dient zur Korrektur systematischer Frequenzgang- und Quellenanpassungsfehler.

## Interpolation von Transmissions-Kalibrierdaten

Wenn Sie nach erfolgter Kalibrierung die Wobbelbandbreite vergrößern, werden die Kalibrierdaten ungültig und durch die Standard-Kalibrierdaten ersetzt. Wenn Sie nach erfolgter Kalibrierung die Wobbelbandbreite verkleinern, werden die “fehlenden” Kalibrierdaten interpoliert.

Beachten Sie, daß nach erfolgter Kalibrierung in der oberen rechten Ecke des Bildschirms der Hinweis “C” angezeigt wird. Dieses “C” bedeutet, daß eine benutzerdefinierte Kalibrierung aktiv ist. Wenn Sie die Wobbelbandbreite reduzieren, ändert sich das “C” zu “C?”. Dies bedeutet, daß der Analysator jetzt fehlende Kalibrierdaten interpoliert. Der Hinweis “C?” wird auch dann angezeigt, wenn andere Systemparameter wie z. B. Meßsignalpegel, Anzahl der Meßpunkte oder Wobbelzeit verändert wurden.

## Durchführung einer Reflexionskalibrierung

Weiter unten wird beschrieben, welche Arten von systematischen Fehlern durch die verschiedenen Reflexionskalibrierverfahren korrigiert werden. Alle diese Kalibrierverfahren sind auf Messungen in der Betriebsart Schmalband-Detektor zugeschnitten.

Ein Beispiel für die Durchführung einer Ein-Tor-Kalibrierung für Reflexionsmessungen finden Sie unter "Messung des Reflexions-Frequenzgangs" in Kapitel 2.

Eine Reflexionskalibrierung wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Konfigurieren Sie den Analysator für Ihre Messung:
   - Select (MEAS 1) *oder* (MEAS 2), **Reflection**.
   - Geben Sie die gewünschten Meßparameter ein.
2. Bevor Sie eine Ein-Tor-Reflexionskalibrierung durchführen, informieren Sie den Analysator über das verwendete Kalibrier-Kit. Siehe hierzu "Referenzebene für die Kalibrierung" und "Kalibrier-Kits" in diesem Kapitel.
3. Drücken Sie (CAL) und anschließend einen der folgenden Softkeys:

**Default 1-Port**

Mit diesem Softkey starten Sie eine Standard-Kalibrierung. Hierbei werden Standard-Kalibrierdaten geladen, die vor der Auslieferung des Gerätes im Werk (oder im Rahmen von Wartungsmaßnahmen) ermittelt und nichtflüchtig abgespeichert wurden. Diese Ein-Tor-Kalibrierung wurde über den vollen Frequenzbereich des Analysators und über 401 Meßpunkte durchgeführt. Sie dient zur Korrektur systematischer Fehler, die durch nicht-ideale Richtwirkung, Quellenanpassung und Frequenzgang hervorgerufen werden. Die Standard-Kalibrierung läßt sich schnell und einfach durchführen, ist jedoch bei kleinen Wobbelbandbreiten weniger genau.

**1-Port**

Mit diesem Softkey starten Sie eine Ein-Tor-Kalibrierung. Im Verlauf der Prozedur werden Sie aufgefordert, nacheinander drei Kalibriernormale anzuschließen: Leerlauf, Kurzschluß und Last. Die Referenzmessungen werden über den von Ihnen gewählten Frequenzbereich und die von Ihnen vorgegebene Anzahl von Meßpunkten durchgeführt. Diese Kalibrierung dient zur Korrektur systematischer Fehler, die durch nicht-ideale Richtwirkung, Quellenanpassung und Frequenzgang hervorgerufen werden.

### Interpolation von Reflexions-Kalibrierdaten

Wenn Sie nach erfolgter Kalibrierung die Wobbelbandbreite vergrößern, werden die Kalibrierdaten ungültig und durch die Standard-Kalibrierdaten ersetzt. Wenn Sie nach erfolgter Kalibrierung die Wobbelbandbreite verkleinern, werden die “fehlenden” Kalibrierdaten interpoliert.

Beachten Sie, daß nach erfolgter Kalibrierung in der oberen rechten Ecke des Bildschirms der Hinweis “C” angezeigt wird. Dieses “C” bedeutet, daß eine benutzerdefinierte Kalibrierung aktiv ist. Wenn Sie die Wobbelbandbreite reduzieren, ändert sich das “C” zu “C?”. Dies bedeutet, daß der Analysator jetzt fehlende Kalibrierdaten interpoliert. Der Hinweis “C?” wird auch dann angezeigt, wenn andere Systemparameter wie z. B. Meßsignalpegel, Anzahl der Meßpunkte oder Wobbelzeit verändert wurden.

## Durchführung einer Mischdämpfungskalibrierung

Bei Mischdämpfungsmessungen arbeitet man gewöhnlich mit einer Normierungskalibrierung. Siehe “Durchführung einer Normierungskalibrierung” weiter oben in diesem Kapitel und “Mischdämpfungsmessung” in Kapitel 2.

In der Betriebsart “Conversion Loss” erfolgt die Messung unter Verwendung der Breitband-Detektoren. Bei Betätigung der Taste CAL erscheint ein Menü für den Nullabgleich der Detektoren. Der Nullabgleich dient zur Kompensation der Temperaturdrift. Das CAL Menü bietet Mischdämpfungs-Kalibrierverfahren zur Auswahl:

### Autozero

Die “Autozero”-Funktion kompensiert in regelmäßigen Zeitabständen die durch Änderungen der Umgebungstemperatur hervorgerufene Detektor-Drift. Wenn diese Funktion aktiv ist, wird etwa alle fünf Minuten ein Detektor-Nullabgleich durchgeführt. Immer wenn ein Nullabgleich durchgeführt wird, erscheint auf dem Bildschirm kurzzeitig ein entsprechender Hinweis.

### Manual Zero

In der Betriebsart “Manual Zero” wird nur dann ein Detektor-Nullabgleich durchgeführt, wenn Sie den Softkey **Manual Zero** drücken.

**HINWEIS**

Während des Nullabgleichs wird die interne HF-Signalquelle abgeschaltet. Wenn Sie Breitband-Detektor-Messungen an einer externen Signalquelle durchführen, wenden Sie die **Manual Zero** -Funktion an, *bevor* Sie die externe Signalquelle an den TRANSMISSION-Port anschließen.

# Kalibrier-Kits

Wenn Sie eine Ein-Tor-Reflexionskalibrierung oder eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung durchführen möchten, müssen Sie am Analysator ein Kalibrier-Kit wählen, das zu dem Steckverbindertyp an der Referenzebene für die Kalibrierung paßt.

## Auswählen eines Kalibrier-Kits

Drücken Sie zum Auswählen eines Kalibrier-Kits CAL **More Cal** **Cal Kit** , und markieren Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Pfeiltasten in der Tabelle den gewünschten Port. Drücken Sie anschließend den Softkey für den jeweiligen Steckertyp, oder drücken Sie **More Cal Kits** , und wählen Sie den Softkey für ein benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit ( **User Cal Kit A** oder **User Cal Kit B** ).

Die folgende Tabelle zeigt die im Analysator gespeicherten Kalibrier-Kits.

| Kalibrier-Kit Modell | Impedanz | Steckertyp | Für männliche Testanschlüsse | Für weibliche Testanschlüsse |
|---|---|---|---|---|
| **HP 85032E** | **50 Ω** | **Type-N** | | ✓ |
| **HP 85032B** | **50 Ω** | **Type-N** | ✓ | ✓ |
| **HP 85036E** | **75 Ω** | **Type-N** | | ✓ |
| **HP 85036B** | **75 Ω** | **Type-N** | ✓ | ✓ |
| **HP 85033D** | **50 Ω** | **3,5 mm** | ✓ | ✓ |
| **HP 85039B** | **75 Ω** | **Type-F** | ✓ | ✓ |
| **HP 85031B** | **50 Ω** | **APC-7** | – | – |

**HINWEIS**

Die Angaben zum Geschlecht der Steckverbindungen von Kalibrier-Kits beziehen sich stets auf den *Analysator-Anschluß*, an den sie anzuschließen sind. Das standardmäßige “Kalibrier-Kit-Geschlecht” ist Type-N *weiblich*, weil die HF-Anschlüsse des Analysators weiblich sind. (Die Kalibriernormale besitzen hingegen männliche Steckverbindungen).

## Erstellen eines benutzerdefinierten Kalibrier-Kits

Ein benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit erstellen Sie, indem Sie ein im Menü “Cal Kit” enthaltenes Kalibrier-Kit modifizieren und das modifizierte Kalibrier-Kit als “Cal Kit A” oder “Cal Kit B” abspeichern. (Das ursprüngliche Kalibrier-Kit bleibt dabei unverändert erhalten). Erstellen Sie ein benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit, wenn der Steckertyp Ihres Meßanschlusses im Menü “Cal Kit” aufgeführt ist, aber Ihre Kalibriernormale (beispielsweise ein Kurzschlußstecker) andere Charakteristiken aufweisen als die in den HP-Kalibrier-Kits enthaltenen Normale.

**HINWEIS**

Wenn der Steckertyp Ihres Meßanschlusses nicht im Menü “Cal Kit” aufgeführt ist (wie es beispielsweise bei TNC der Fall ist), sollten Sie APC-7 wählen, da dieser Typ nahezu ideale Charakteristiken aufweist. Modifizieren Sie anschließend die Kalibrier-Kit-Charakteristiken entsprechend den Charakteristiken Ihrer Kalibriernormale, und speichern Sie den benutzerdefinierten Kalibrier-Kit als “Cal Kit A” oder “Cal Kit B” ab.

Beim Erstellen eines benutzerdefinierten Kalibrier-Kits sind die folgenden Schritte (die später noch ausführlicher beschrieben werden) auszuführen:

1. Bestimmen Sie die Charakteristiken der Kalibriernormale, die Sie verwenden werden.
2. Erstellen Sie ein benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit. Sie haben die Wahl zwischen zwei Vorgehensweisen:
   - Speichern Sie im Menü “Modify Kit” den Kalibrier-Kit als “Cal Kit A” oder “Cal Kit B” ab.
   - Editieren Sie die auf der Diskette *Example Programs Disk* enthaltene ASCII-Datei, oder erstellen Sie eine neue ASCII-Datei, und laden Sie diese Datei als “Cal Kit A” (Standardvorgabe) oder “Cal Kit B” in den Analysator.

**HINWEIS**

Für Kalibrier-Kit-Definitionen ist das DOS-Format obligatorisch. Das LIF-Format wird für Kalibrier-Kit-Definitionen nicht unterstützt.

3. Überprüfen Sie die Performance.

### Schritt 1: Bestimmen Sie die Charakteristiken der Kalibriernormale

Bestimmen Sie die Charakteristiken der Kalibriernormale, die Sie verwenden werden. Hierzu zählen insbesondere die Systemimpedanz ($Z_0$), die Verzögerung und die Dämpfung. Diese Charakteristiken sind bei allen vier zur Kalibrierung benötigten Normalen zu bestimmen. Für das Leerlaufnormal müssen außerdem die kapazitiven Modellparameter $C_0$, $C_1$, $C_2$ und $C_3$ bestimmt werden. Diese elektrischen Charakteristiken lassen sich aus den Abmessungen und Materialien der Normale oder aus Frequenzgang-Meßdaten herleiten.

**Über Kalibriernormale.** Ein Kalibrier**normal** ist ein spezielles Bauteil mit genau bekannten elektrischen Eigenschaften, das dazu dient, systematische Fehler zu bestimmen. Jedes Kalibriernormal hat

einen genau bekannten (oder vorhersagbaren) Amplituden- und Phasenfrequenzgang. Der Frequenzgang eines jeden Kalibriernormals ist in den vom Analysator verwendeten Fehlermodellen mathematisch definiert.

Ein Kalibriernormal**typ** ist einer von vier elementaren Typen (Kurzschluß, Leerlauf, Last oder Durchgang), welche die Form oder Struktur des auf das betreffende Normal anzuwendenden Modells definieren.

Die Kalibriernormal**charakteristiken** sind die physikalischen Charakteristiken des in dem gewählten Modell verwendeten Normals.

Typische Kalibriernormale sind Durchgangs-, Leerlauf-, Kurzschluß- und Lastnormale. Alle diese Normale sind für einen sehr weiten Frequenzbereich verwendbar. Je nach Kalibrierverfahren werden sie einzeln oder in bestimmten Kombinationen eingesetzt.

| | |
|---|---|
| **Open** | bezeichnet ein Leerlauf-Kalibriernormal |
| **Short** | bezeichnet ein Kurzschluß-Kalibriernormal |
| **Load** | bezeichnet ein Last-Kalibriernormal |
| **Through** | bezeichnet ein Durchgang-Kalibriernormal, d. h. eine Übertragungsleitung einer bestimmten Länge. Wenn die beiden Meßanschlüsse direkt miteinander verbunden werden können, hat das Durchgang-Kalibriernormal die Länge Null. |

Für sämtliche Kalibriernormaltypen müssen die Modellparameter $\mathbf{Z_0}$ (Systemimpedanz), **Delay** (Verzögerung) und **Loss** (Dämpfung) in den Analysator eingegeben werden. Für ein Leerlauf-Kalibriernormal müssen außerdem die kapazitiven Modellparameter **C0**, **C1**, **C2** und **C3** eingegeben werden.

**HINWEIS** Wenn Sie ein benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit erstellen und einen der Kalibriernormaltypen nicht definieren, werden die derzeit definierten Modellparameter für den betreffende Kalibriernormaltyp übernommen. Am besten ist, wenn Sie bei der Erstellung eines benutzerdefinierten Kalibrier-Kits sämtliche Modellparameter für sämtliche Kalibriernormaltypen explizit definieren.

| | |
|---|---|
| $\mathbf{Z_0}$ | $Z_0$ entspricht normalerweise der Systemimpedanz (zumeist 50 oder 75 Ohm). |

**Delay**

Der DELAY-Wert ist äquivalent zu einem Wellenleiter konstanter Länge, der zwischen dem zu definierenden Kalibriernormal und der Meßebene angeordnet ist. Für Leerlauf-, Kurzschluß- und Last-Kalibriernormale wird DELAY als die Signallaufzeit (in Sekunden, bezogen auf *einen* Weg) von der Meßebene zum Kalibriernormal angegeben. Für ein Durchgang-Kalibriernormal wird DELAY als Signallaufzeit (in Sekunden, bezogen auf *einen* Weg) zwischen den Meßebenen angegeben. Zur Berechnung des DELAY-Wertes dividiert man die physikalische Länge des Kalibriernormals durch die Signalausbreitungsgeschwindigkeit.

**Loss**

Der LOSS-Wert (Dämpfung) gibt den Skin-Effekt-bedingten Energieverlust eines Kalibriernormals an; auch dieser Wert bezieht sich auf *einen* Weg. Dieser Wert wird in der Einheit Ohm/Sekunde, bezogen auf 1 GHz, eingegeben. In vielen Anwendungen kann der LOSS-Wert auf Null gesetzt werden, ohne daß dies die Meßgenauigkeit signifikant beeinflußt. Zur Berechnung des LOSS-Wertes eines Kalibriernormals mißt man zunächst die Verzögerung (in Sekunden) und die Dämpfung (in dB) bei 1 GHz. Diese Werte werden dann in folgende Gleichung eingesetzt:

$$\text{Loss}\left(\frac{\Omega}{\text{s}}\right) = \frac{\text{dB loss} \times Z_0(\Omega)}{4{,}3429 \times \text{delay(s)}}$$

**$C_0$, $C_1$, $C_2$, $C_3$**

Bei hohen Frequenzen weist ein Leerlauf-Kalibriernormal nur selten perfekte Reflexionscharakteristiken auf, weil die Randkapazität eine frequenzabhängige Phasenverschiebung verursacht.

Diese Effekte lassen sich nicht eliminieren, jedoch enthält der analysatorinterne Algorithmus ein Leerlauf-Kapazitätsmodell. Hierbei handelt es sich um ein Polynom dritter Ordnung mit der Frequenz als Variable und benutzerdefinierbaren Koeffizienten.

Die Gleichung des kapazitiven Modells lautet:
$C(f) = (C_0) + (C_1 * f) + (C_2 * f^2) + (C_3 * f^3)$ wobei f die Meßfrequenz bezeichnet.

Die Terme dieser Gleichung werden definiert, wenn der Leerlauf folgendermaßen spezifiziert wird:

- $C_0$ wird zur Eingabe des Terms $C_0$ verwendet, welches der konstante Term des Polynoms dritter Ordnung ist und in Farad ausgedrückt wird.
- $C_1$ wird zur Eingabe des Terms $C_1$ verwendet, der in F/Hz (Farad/Hz) ausgedrückt wird.
- $C_2$ wird zur Eingabe des Terms $C_2$ verwendet, der in $F/Hz^2$ ausgedrückt wird.
- $C_3$ wird zur Eingabe des Terms $C_3$ verwendet, der in $F/Hz^3$ ausgedrückt wird.

Weitere Informationen über Kalibrier-Kits und über die Bestimmung der Charakteristiken von Kalibriernormalen finden Sie in der HP Product Note 8510-5A (HP Publikationsnummer No. 5956-4352). Diese Product Note können Sie im Internet einsehen: Gehen Sie zu http://www.tmo.hp.com, und wählen Sie “Application Note Library.”

### Schritt 2: Erstellen eines benutzer-definierten Kalibrier-Kits

Ein benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit können Sie auf zweierlei Weise erstellen:

- Methode A: Verwendung der Softkeys im Menü “Modify Kit”.

  Dies ist eine schnelle und bequeme Methode zum Modifizieren vorhandener Kalibrier-Kit-Normale. Verfahren Sie bei der Entwicklung neuer Kalibrier-Kit-Normale nach dieser Methode.

- Methode B: Verwendung einer ASCII-Datei.

  Diese Methode ermöglicht es, Kalibrier-Kit-Beschreibungen in separaten Dateien zu verwalten. Wenden Sie diese Methode an, wenn Sie Beschreibungen Ihrer Kalibrier-Kits dauerhaft aufbewahren möchten.

**Methode A: Verwendung der Softkeys im Menü “Modify Kit”.** Drücken Sie (CAL) **More Cal** **Cal Kit** , und markieren Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (↑)(↓) in der Tabelle den gewünschten Port. Wählen Sie per Softkey den Steckertyp. Drücken Sie anschließend **Modify (connector type)** , wählen Sie per Softkey den Kalibriernormaltyp, wählen Sie per Softkey die Charakteristik, die Sie modifizieren möchten, und geben Sie mit Hilfe der Softkeys und der Tastatur die gewünschten Werte ein. Wenn Sie alle Charakteristiken aller benötigten Kalibriernormale eingegeben haben, drücken Sie

**Prior Menu**, **Store to Cal Kit A** oder **Store to Cal Kit B**. Die Tabelle zeigt jetzt an, daß Ihr benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit sich auf den zuvor gewählten Port bezieht. “Cal Kit A” und “Cal Kit B” werden, wie bereits beschrieben, nichtflüchtig abgespeichert. Beim Abspeichern der Geräteeinstellung (“Save/Recall”-Funktion) wird der Kalibrier-Kit mit abgespeichert.

**Methode B: Verwendung einer ASCII-Datei.** Sie können die auf der Diskette *Example Programs Disk* enthaltene ASCII-Datei editieren oder eine neue ASCII-Datei erstellen. (Da diese Dateien MS-DOS-kompatibel sind, können Sie sie auf einem IBM-kompatiblen PC mit Hilfe eines ASCII-Texteditors bearbeiten. Die Zeilennummern sind, wie bei einem IBASIC-Programm, obligatorisch). Es ist nicht möglich, Kalibrier-Kit-Daten als ASCII-Datei aus dem Analysator auszulesen.

**Beispiel für eine ASCII-Datei.** Nachfolgend ist das auf der Diskette *Example Programs Disk* enthaltene Beispielprogramm “CALKIT” aufgelistet. Beachten Sie, daß dieses Programm es Ihnen erlaubt, die heruntergeladene Datei im Analysator wahlweise als “Cal Kit A” oder “Cal Kit B” abzuspeichern. Wenn Sie nichts anderes vorgeben, wird die Datei als “Cal Kit A” abgespeichert. Der Analysator liest die Datei zeilenweise und ignoriert dabei alles, was vor einem “!” steht und alles, was hinter einem “$” steht. Das bedeutet, daß Sie nach einem “$” einen Kommentar eingeben können. Die erste Zeile einer Kalibrier-Kit-Datei *muß* ein “!” mit unmittelbar darauffolgendem “$” enthalten. In der ersten Zeile sind zwischen diesen beiden Zeichen keine weiteren Zeichen erlaubt.

```
10   !$  Standarddef. für Präz.-Kalibrier-Kit HP 85054B (Type-N).
20   !
30   !$  Def. für 50-Ohm-Meßanschl. mit WEIBL. Mittenkontakt
40   !$  und Kalibriernormal mit MÄNNL. Mittenkontakt.
50   !
60   !   OPEN:  $ HP 85054-60027 Leerlaufstecker
70   !      Z0  50.0 $ Ohms
80   !      DELAY  57.993E-12 $ Sec
90   !      LOSS  0.8E+9 $ Ohms/Sec
100  !      C0  88.308E-15 $ Farads
110  !      C1  1667.2E-27 $ Farads/Hz
120  !      C2 -146.61E-36 $ Farads/Hz^2
130  !      C3  9.7531E-45 $ Farads/Hz^3
140  !
150  !   OPEN:  $ HP 85054-60025 Kurzschlußstecker
160  !      Z0  50.0 $ Ohms
170  !      DELAY  63.078E-12 $ Sec
180  !      LOSS  8.E+8 $ Ohms/Sec
190  !
200  !   OPEN:  $ HP 00909-60011 Breitband-Laststecker
210  !      Z0  50.0 $ Ohms
220  !      DELAY  0.0 $ Sec
```

```
230  !      LOSS   0.0 $ Ohms/Sec
240  !
250  !   OPEN:  $ HP 85054-60038 Adapter Stecker/Stecker
260  !      Z0  50.0 Ohms
270  !      DELAY  196.0E-12 $ Sec
280  !      LOSS   2.2E+9 $ Ohms/Sec
290  !
300  END
```

**Herunterladen einer Kalibrier-Kit-ASCII-Datei.** Nach dem Erstellen einer Kalibrier-Kit-ASCII-Datei können Sie das Programm folgendermaßen in den Analysator herunterladen:

**HINWEIS** Für Kalibrier-Kit-Definitionen ist das DOS-Format obligatorisch. Das LIF-Format wird für Kalibrier-Kit-Definitionen nicht unterstützt.

1. Legen Sie die Diskette mit den Kalibriernormal-Definitionen in das Diskettenlaufwerk des Analysators ein.
2. Drücken Sie (SAVE RECALL) und achten Sie auf das erste Wort in der zweiten Bildschirmzeile. Wenn dieses nicht “INT:\” (für “interne Disk”) lautet, drücken Sie **Select Disk** **Internal 3.5” Disk** **Prior Menu** .
3. Markieren Sie die gewünschte Datei (bei dem Beispiel von der Diskette *Example Programs Disk* die Datei “CALKIT”).
4. Drücken Sie **Recall State** und warten Sie, bis die folgende Meldung erscheint:

   ```
   Loaded cal kit information for 4 calibration standards
   Recall of cal kit from CALKIT complete
   Kalibrierkit-Informationen für vier Kalibriernormale geladen;
   Abruf der Datei CALKIT abgeschlossen.)
   ```

5. Drücken Sie (CAL) **More Cal** **Cal Kit** **More Cal Kits** , und markieren Sie mit Hilfe des Drehknopfs oder der Tasten (⇧)(⇩) in der Tabelle den gewünschten Port. Wählen Sie anschließend **User Cal Kit A** oder **User Cal Kit B** , je nachdem, als welchen Kalibrier-Kit das ASCII-Programm den Kalibrier-Kit abgespeichert hat (die Standardvorgabe ist “Cal Kit A”).

**HINWEIS** Die Kalibrier-Kit-Koeffizienten werden im Feld “Cal Kit” des Betriebsparameter-Bildschirms angezeigt; drücken Sie (SYSTEM OPTIONS) **Operating Parameters** ; und anschließend viermal **Next Screen** .

**Schritt 3: Verifizieren der Genauigkeit**

Nach dem Erstellen einer Kalibrierung auf der Basis eines benutzerdefinierten Kalibrier-Kits sollten Sie vor Beginn der eigentlichen Messungen deren Genauigkeit überprüfen. Führen Sie hierzu ein Messung an einem Bauteil mit genau bekanntem Frequenzgang durch. (Der Frequenzgang dieses Bauteils sollte möglichst nicht mit dem eines der Kalibriernormale übereinstimmen). Verwenden Sie zur Verifikation nicht eines der Kalibriernormale, denn dies würde lediglich auf eine Überprüfung der Wiederholgenauigkeit des Normals hinauslaufen.

Für eine besonders gründliche Verifikation einer bestimmten Kalibrierung sollten Sie hochwertige Verifikationsnormale mit einem signifikant von den Frequenzgängen der Kalibriernormale abweichenden Frequenzgang verwenden. Wir empfehlen, NIST-rückführbare Normale (beispielsweise Verifikationsnormale von Hewlett-Packard) zu verwenden, damit Ihre Meßgenauigkeit auf internationale Standards rückführbar ist.

**VORSICHT**

Die veröffentlichten Analysator-Spezifikationen setzen eine Kalibrierung unter Verwendung kompatibler Kalibrier-Kits voraus. Bei Verwendung benutzerdefinierter Kalibrier-Kits kann Hewlett-Packard die Einhaltung der Spezifikationen nicht gewährleisten.

**HINWEIS**

Initialisieren Sie “Cal Kit A” und “Cal Kit B” für Type-N(w)-Kalibrier-Kits: CAL **More Cal** **Cal Kit** **More Cal Kits** **Preset Cal Kits A & B** . Durch diesen Preset wird die Geräteeinstellungsdatei etwas kleiner, da dann das benutzerdefinierte Kalibrier-Kit nicht mit abgespeichert wird. Die Geräteeinstellung können Sie durch folgende Tastenfolge abspeichern: SAVE RECALL **Save State** . Siehe “Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse” in Kapitel 3.

# Abspeichern und Wiederabrufen der Kalibrierung

## Abspeichern der Kalibrierung

Nach Durchführung der Kalibrierung wird diese automatisch im nichtflüchtigen (batteriegepufferten) Speicher abgelegt. Beachten Sie, daß die Kalibrierung überschrieben wird, wenn Sie anschließend eine weitere Kalibrierung des gleichen Typs vornehmen. Wenn Sie Ihre Kalibrierung auf die interne nichtflüchtige oder flüchtige RAM-Disk oder auf eine Diskette abspeichern möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Define Save** **Cal on OFF** , um den Softkey “Cal on OFF” in die Stellung ON zu bringen.
2. Drücken Sie **Prior Menu** **Select Disk** und wählen Sie das Speichermedium, auf das Sie die Kalibrierung abspeichern möchten. Informationen über die verfügbaren Speichermedien finden Sie unter “Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse” in Kapitel 3.
3. Drücken Sie **Prior Menu** **Save State** , um die Kalibrierung abzuspeichern.
4. Die Kalibrierung wird zusammen mit der aktuellen Geräteeinstellung in eine Datei auf dem gewünschten Speichermedium abgespeichert.

## Wiederabruf der Kalibrierung

Kalibrierdaten sind mit der Geräteeinstellung und den Meßparametern verknüpft, für welche die Kalibrierung durchgeführt wurde. Gespeicherte Kalibrierdaten können für mehrere Geräteeinstellungen verwendet werden, sofern die Meßparameter, der Frequenzbereich und die Anzahl der Meßpunkte übereinstimmen. Wenn Sie eine Kalibrierung von der internen nichtflüchtigen oder flüchtigen RAM-Disk oder von einer Diskette abrufen möchten, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie (SAVE RECALL) **Select Disk** , und drücken Sie den Softkey für das gewünschte Speichermedium.
2. Falls erforderlich, wählen Sie das Verzeichnis, in dem sich die gewünschte Datei befindet. Einzelheiten hierzu siehe "Verzeichnisfunktionen" in Kapitel 3.
3. Drücken Sie **Prior Menu** und setzen Sie den Markierbalken mit Hilfe des Drehknopfs auf die Datei, die Sie abrufen möchten.
4. Drücken Sie **Recall State** , um die markierte Datei abzurufen.

**HINWEIS**

Informationen über das Abspeichern, Abrufen, Umbenennen und Kopieren von Dateien finden Sie unter "Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse" in Kapitel 3.

# Überprüfen der Kalibrierung

Der Analysator bietet eine “Calibration Check”-Funktion, welche die korrigierten Meßunsicherheiten (Restfehler), die sich bei der aktuellen Geräteeinstellung und Kalibrierung ergeben, berechnet und anzeigt.

Während eines “Calibration Check” werden Sie aufgefordert, Kalibriernormale an die Meßanschlüsse des Analysators anzuschließen. Diese Kalibriernormale werden unter Anwendung der aktuellen Kalibrierung gemessen; anschließend werden die Restfehler berechnet und angezeigt.

## “Calibration Check” zur Analyse und Fehlerdiagnose

Die “Calibration Check”-Funktion ist ein nützliches Werkzeug, das Ihnen hilft, die Ursache für ungenaue Meßergebnisse zu ermitteln und herauszufinden, in welchen Zeitabständen Ihr Analysator kalibriert werden muß.

**“Calibration Check” zur Fehlerdiagnose**

Wenn Sie den Verdacht haben, Ihre Meßergebnisse könnten ungültig sein, können Sie mit Hilfe der “Calibration Check”-Funktion überprüfen, ob Ihre aktuelle Kalibrierung gültig ist oder nicht. Wenn Sie für diese Überprüfung einen anderen Satz Kalibriernormale verwenden als für die Kalibrierung selbst, können Sie dadurch ausschließen, daß sich die Genauigkeit der Kalibriernormale verringert hat.

**“Calibration Check” zur Bestimmung des Kalibrierintervalls**

Mit Hilfe der “Calibration Check”-Funktion können Sie das optimale Kalibrierintervall für Ihren Analysator in Ihrer Meßumgebung bestimmen. Die Kalibrierung kann sich im Laufe der Zeit durch Temperaturdrift, Verschleiß von Steckverbindungen, Änderung der Kabelführung usw. verschlechtern.

Mit Hilfe der “Calibration Check”-Funktion können Sie folgendermaßen das optimale Kalibrierintervall bestimmen:

1. Führen Sie die erforderliche Kalibrierung durch.
2. Bestimmen Sie mit Hilfe der “Calibration Check”-Funktion die Restfehler.
3. Plotten Sie die Ergebnisse in eine Diskettendatei, oder drucken Sie sie aus, um sie mit den Ergebnissen späterer Checks vergleichen zu können.

4. Vergleichen Sie die Ergebnisse späterer Kalibrier-Checks mit denen des ursprünglichen Checks und notieren Sie die Zeitabstände zwischen dem ersten Check und den späteren Checks.
5. Wenn die Restfehler das für Sie akzeptable Maß überschreiten, notieren Sie den Zeitabstand zwischen dem aktuellen und dem ersten Check. Bestimmen Sie anhand dieser Information das für Ihre Meßumgebung optimale Kalibrierintervall.
6. Wiederholen Sie den beschriebenen Prozeß einige Male, bis Sie sicher sind, das optimale Kalibrierintervall gefunden zu haben.

## Durchführung eines “Calibration Check”

Die “Calibration Check”-Funktion ist auf alle verfügbaren Transmissions- und Reflexionskalibrierungen anwendbar (auch auf die werksmäßige Standard-Kalibrierung). Siehe Tabelle 5-2, ““Calibration Check”-Fehlerterme”.

**Tabelle 5-2 “Calibration Check”-Fehlerterme**

| Meßfunktion | Kalibrierverfahren | Benötigte Kalibriernormale [1] | Berechnete Fehlerterme [2] |
|---|---|---|---|
| **Transmission** | Standard | O,S,L,T | Quellenanpassung, Lastanpassung, Transmissions-Gleichlauf |
| | Frequenzgang | O,S,L,T | Quellenanpassung, Lastanpassung, Transmissions-Gleichlauf |
| | Frequenzgang & Isolation | O,S,L(2),T | Quellenanpassung, Lastanpassung, Transmissions-Gleichlauf, Isolation |
| | Frequenzgang, erweitert | O,S,L,T | Quellenanpassung, Lastanpassung, Transmissions-Gleichlauf |
| | Testset [3] | O,S,L,T | Quellenanpassung, Lastanpassung, Transmissions-Gleichlauf |
| **Reflexion** | Standard | O,S,L | Richtverhältnis, Quellenanpassung, Reflexions-Gleichlauf |
| | Ein-Tor | O,S,L | Richtverhältnis, Quellenanpassung, Reflexions-Gleichlauf |
| | Testset [3] | O,S,L | Richtverhältnis, Quellenanpassung, Reflexions-Gleichlauf |

1. O = Open (Leerlauf), S = Short (Kurzschluß), L = Load (Last), T = Thru (Durchgang)
2. (Siehe “Beschreibungen der Fehlerterme und typische Werte” weiter unten in diesem Kapitel.)
3. In Verbindung mit dem HP 87075C und anderen Multiport-Testsets von Hewlett-Packard zu verwenden.

Ein “Calibration Check” wird folgendermaßen durchgeführt:

1. Vergewissern Sie sich, daß die Meßfunktion und die Kalibrierung aktiv sind, für welche Sie den Check durchführen möchten.
2. Drücken Sie (CAL) **Cal Check** **Do Cal Check** .
3. Befolgen Sie die auf dem Bildschirm angezeigten Hinweise zum Anschluß der Kalibriernormale. (Die Kalibriernormale sollten an der Kalibrierreferenzebene – dies ist nicht immer die Analysator-Frontplatte – angeschlossen werden. Die Kalibrierreferenzebene kann beispielsweise das Ende von Meßkabeln, Adaptern oder Testadaptern sein. Siehe “Referenzebene für die Kalibrierung” weiter oben in diesem Kapitel.

**VORSICHT**

Um das Risiko zu verringern, daß ein fehlerhaftes Kalibriernormal verwendet wird, sollten Sie für den “Calbration Check” einen *anderen* Satz Kalibriernormale verwenden als für die vorangegangene Kalibrierung. Diese anderen Kalibriernormale müssen vom gleichen Typ sein wie die ursprünglich verwendeten.

4. Nachdem Sie die Kalibriernormale wie erforderlich angeschlossen haben, berechnet der Analysator die Restfehler für die gewählte Meßfunktion.
5. Drücken Sie zum Anzeigen der Restfehler den Softkey **View Cal Check** . Der Analysator unterbricht daraufhin die Wobbelung und stellt statt der aktuellen Meßkurve das Restfehlerdiagramm dar. Drücken Sie zur Rückkehr in die normale Meßbetriebsart und zum Initiieren einer automatischen Skalierung den Softkey **Restore Meas** .
6. Eine Beschreibung der verschiedenen Fehlerterme sowie typische Restfehlerdiagramme finden Sie unter “Beschreibungen der Fehlerterme und typische Werte”.

# Beschreibungen der Fehlerterme und typische Werte

In der folgenden Tabelle sind die typischen Restfehlerwerte angegeben.

| Fehlerterm | Typischer Wert [1] |
|---|---|
| Richtverhältnis | < –65 dB |
| Quellenanpassung (korrigiert) | < –53 dB |
| Quellenanpassung (unkorrigiert) | < –22 dB |
| Lastanpassung | < –22 dB |
| Transmissions-Gleichlauf | +0,01 bis –0,01 dB |
| Isolation | –85 bis –120 dBm |
| Reflexions-Gleichlauf | +0,02 bis –0,02 dB |

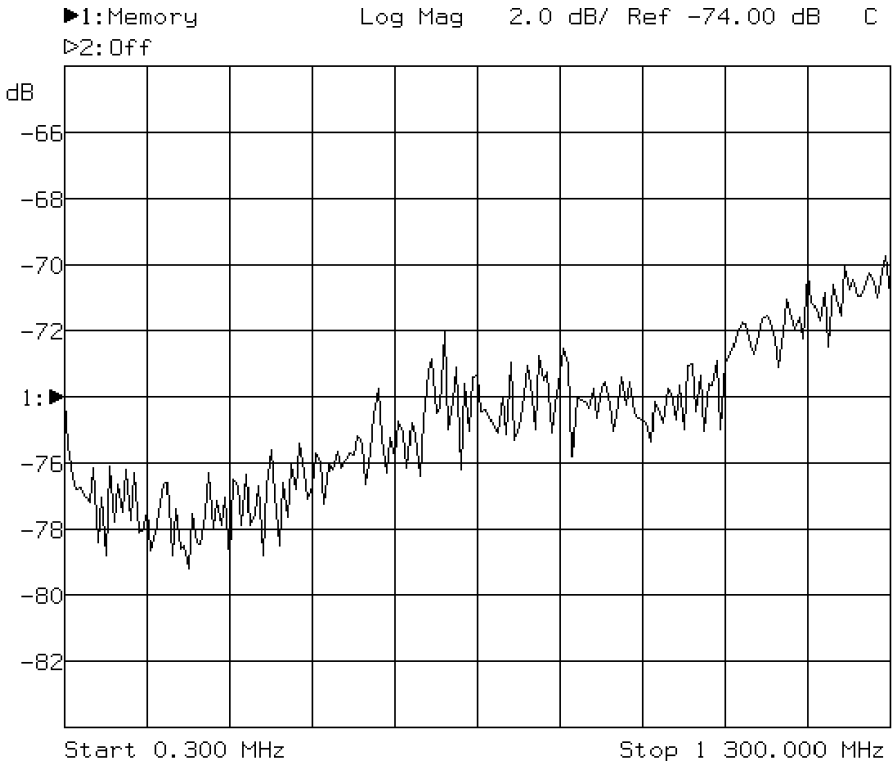
1. Die typischen Werte gelten für die gesamte Meßanordnung einschließlich Kabeln und Adaptern. Die Werte für Ihre Meßumgebung sind von den verwendeten Kabeln, Testadaptern und Steckertypen abhängig.

**Richt-verhältnis**

Das Richtverhältnis ist ein Fehlerterm, der Reflexionsmessungen betrifft. Dieser Term ist ein Maß dafür, wie gut das reflektierte Signal vom einfallenden Signal getrennt wird.

Nach erfolgter Kalibrierung ist ein Richtverhältnis von –65 dB zu erwarten. Dies ist der gleiche Wert, den Sie an einem Last-Kalibriernormal messen würden.

**Abbildung 5-5** Typischer Richtverhältnis-Fehlerterm

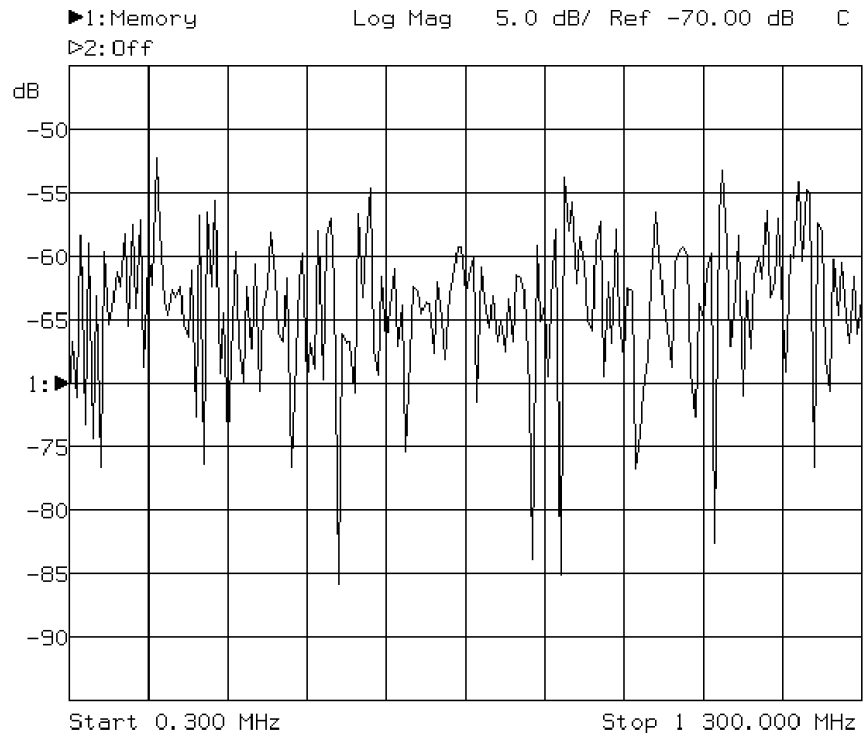


**Quellen-anpassung**

Die Quellenanpassung ist ein Maß für die Amplitude der Rückreflexionen vom Signalquellenausgang (RF OUT).

Alle verfügbaren Reflexions-Kalibrierverfahren korrigieren u. a. die Quellenanpassung. Auch eine erweiterte Frequenzgangkalibrierung oder eine “Test Set Cal”-Kalibrierung korrigiert die Quellenanpassung. (“Test Set Cal” ist nur dann verfügbar, wenn Sie Ihren Analysator in Verbindung mit einem Multiport-Testset betreiben. Hinweise zur Verwendung eines Multiport-Testsets finden Sie im User's Guide.) Eine korrigierte Quellenanpassung von < –53 dB deutet auf eine erfolgreiche Kalibrierung hin. Siehe Abbildung 5-6, “Typischer Quellenanpassungs-Fehlerterm (korrigiert)”.

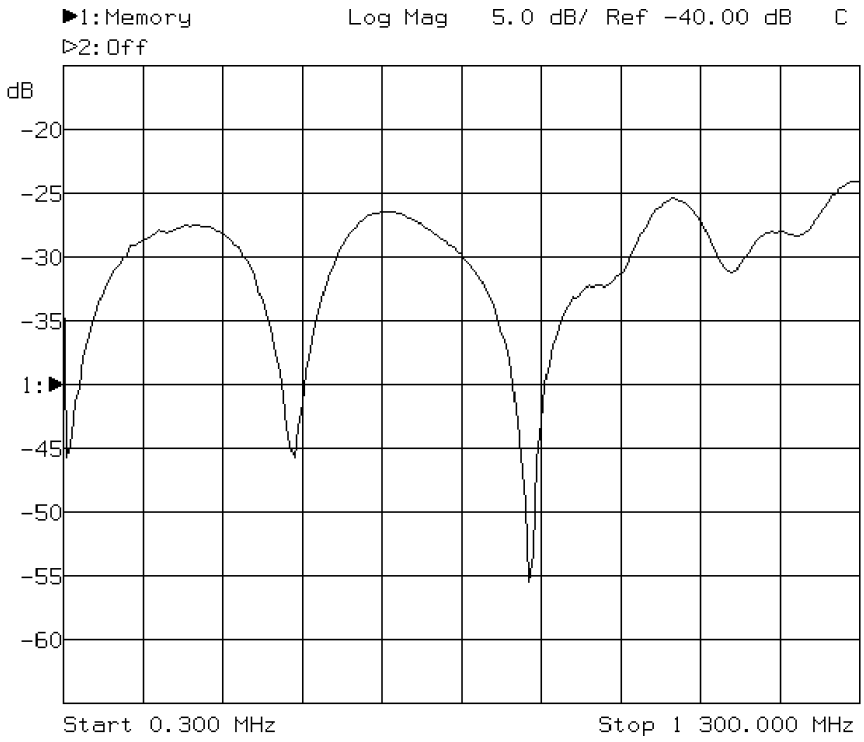
**Abbildung 5-6** Typischer Quellenanpassungs-Fehlerterm (korrigiert)




Alle übrigen Kalibrierverfahren beinhalten keine Korrektur der Quellenanpassung. Der Quellenanpassungs-Fehlerterm für die übrigen Kalibrierverfahren ist daher gleich der jeweiligen Quellenanpassung im unkorrigierten Zustand. Siehe Abbildung 5-7.

Dieser Wert liegt in der Größenordnung von etwa –22 dB.

**Abbildung 5-7** Typischer Quellenanpassungs-Fehlerterm (unkorrigiert)

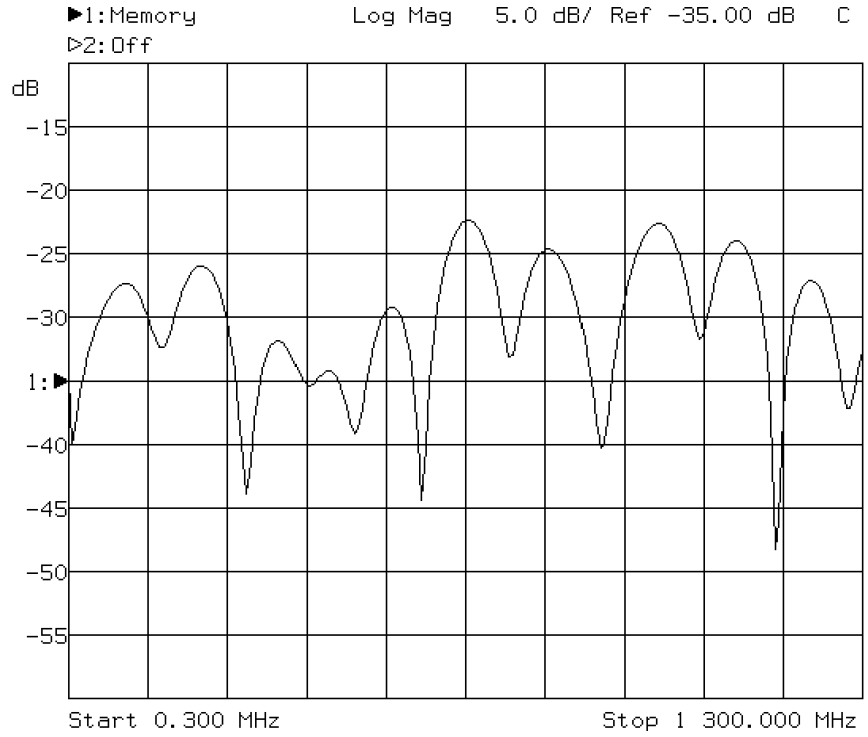


### Lastanpassung

Die Lastanpassung ist ein Fehlerterm, der Transmissionsmessungen betrifft. Dieser Term ist ein Maß für fehlanpassungsbedingte Rückreflexionen zwischen dem Durchgang-Kalibriernormal und dem Empfängereingang (RF IN).

Der typische Wert für diesen Fehlerterm liegt bei < –22 dB.

**Abbildung 5-8** Typischer Lastanpassungs-Fehlerterm

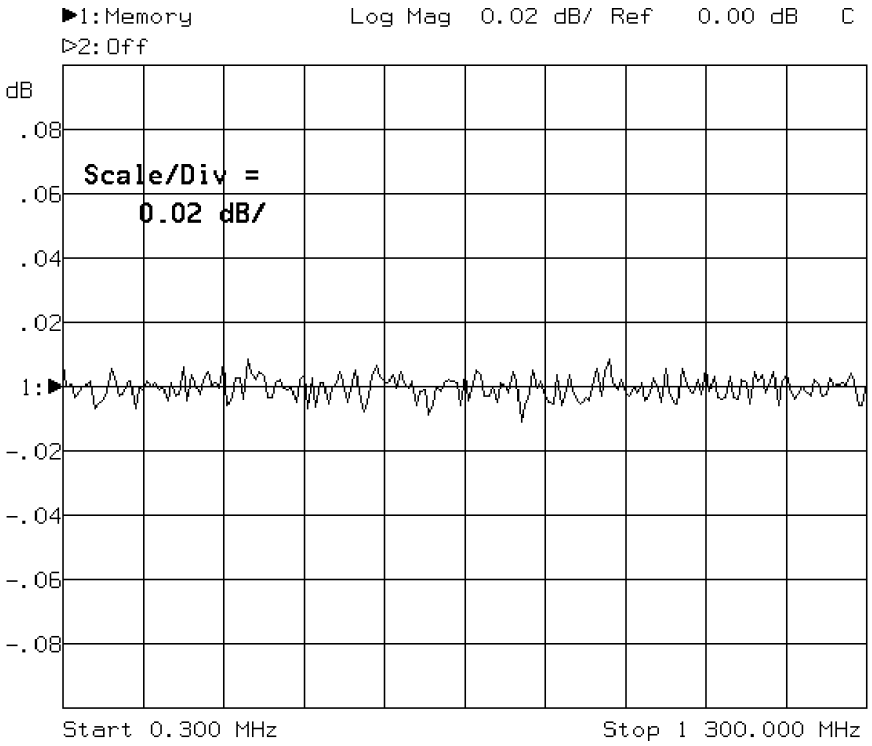


**Transmission-Gleichlauf**

Der Transmissions-Gleichlauf-Fehlerterm betrifft Transmissionsmessungen. Dieser Term ist ein Maß für das korrigierte Durchgang-Kalibriernormal.

Der typische Wert für den Transmissions-Gleichlauf-Fehlerterm liegt im Bereich ±0,01 dB. Dieser Term wird in der Regel durch das System-Eigenrauschen dominiert.

**Abbildung 5-9** Typischer Transmissions-Gleichlauf-Fehlerterm

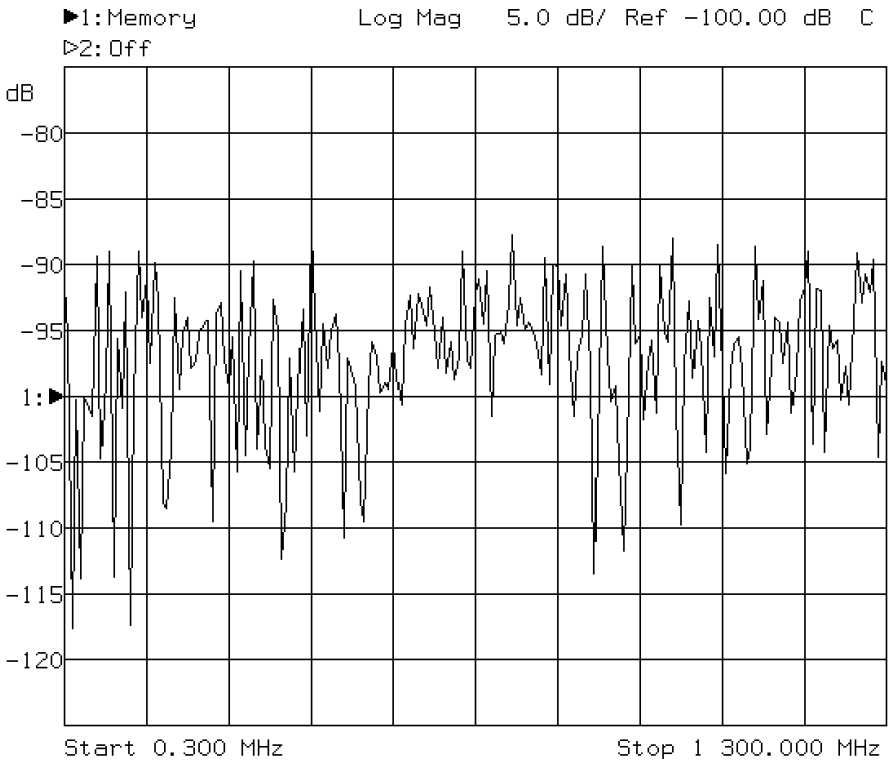


**Isolation**

Die Isolation ist ein Maß für das Übersprechen zwischen den HF-Signalpfaden. Übersprechen kann beispielsweise zwischen den RF OUT- und RF IN-Signalpfaden innerhalb des Analysators auftreten. Der Isolations-Fehlerterm zeigt den niedrigstmöglichen “Rauschteppich”, der sich ergibt, wenn kein externer Signalpfad vorhanden ist.

Dieser Wert liegt normalerweise im Bereich von –120 bis –85 dBm.

**Abbildung 5-10** Typischer Isolations-Fehlerterm

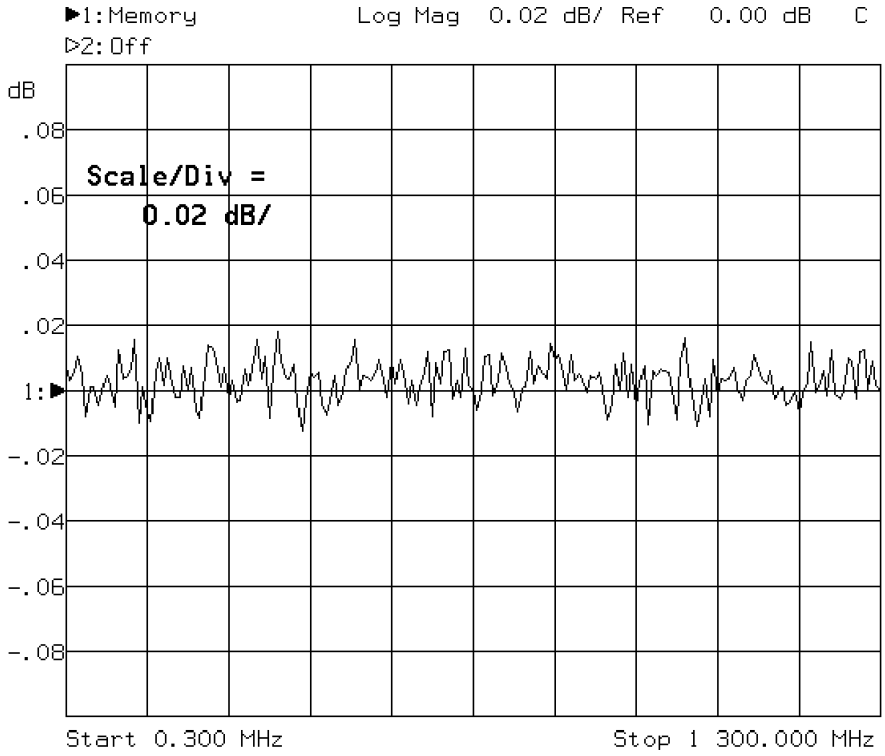


**Reflexions-Gleichlauf**

Der Reflexions-Gleichlauf-Fehlerterm betrifft Reflexionsmessungen. Dieser Term ist ein Maß für die Güte der Kalibrierung mit Hilfe von Leerlauf- oder Last-Kalibriernormalen.

Der typische Wert für den Reflexions-Gleichlauf-Fehlerterm liegt im Bereich ±0,02 dB.

**Abbildung 5-11 Typischer Reflexions-Gleichlauf-Fehlerterm**



# Gewährleistung

**HINWEIS**

Die Gewährleistung für Ihr Gerät ist davon abhängig, wann Sie es erworben haben, und ob Sie Gewährleistungsoptionen erworben haben. Über die genauen Gewährleistungsbedingungen gibt Ihnen die nächstgelegene HP-Geschäftsstelle gerne Auskunft. Geben Sie bei Rückfragen bitte die Modell- und Seriennummer Ihres Gerätes an. Tabelle 5-3 enthält eine Liste der HP-Geschäftsstelle und Service-Zentren.

Hewlett-Packard gewährleistet während der Gewährleistungsfrist, daß dieses Produkt frei von Material- und Verarbeitungsfehlern ist. Hewlett-Packard verpflichtet sich, während dieser Zeit etwaige fehlerhafte Teile kostenlos instandzusetzen oder auszutauschen.

Wenn die Gewährleistungsbedingungen vorsehen, daß die Reparatur oder Wartung am Einsatzort erfolgt, werden diese Arbeiten ohne Berechnung von Anfahrtskosten am Einsatzort durchgeführt, sofern der Einsatzort innerhalb des HP-Kundendienstbereichs liegt. Außerhalb des HP-Kundendienstbereichs ist für Reparatur- oder Wartungsarbeiten am Einsatzort die vorherige Zustimmung durch Hewlett-Packard erforderlich. In diesem Fall trägt der Kunde die Anfahrtskosten. In allen anderen Bereichen muß das Produkt zur Wartung oder Reparatur an einen von Hewlett-Packard autorisierten Service-Betrieb eingesandt werden.

Versandkosten bis zur Anlieferung bei einem Hewlett-Packard Service-Zentrum gehen Lasten des Kunden, unabhängig davon, ob sich das Gerät noch in der Garantiezeit befindet oder nicht. Versandkosten für die Rücksendung des Gerätes an den Eigentümer gehen zu Lasten von Hewlett-Packard. Wenn der Kunde das Gerät verkauft oder verschenkt, so wird die Gewährleistung automatisch auf den neuen Eigentümer übertragen und bezieht sich weiterhin auf das ursprüngliche Kaufdatum.

Hewlett-Packard gewährleistet, daß die Software und die Firmware, die von Hewlett-Packard für die Verwendung mit diesem Gerät freigegeben wurde, die programmierten Instruktionen ausführt, wenn sie korrekt im Gerät installiert ist. Hewlett-Packard kann nicht garantieren, daß der Betrieb von Software oder Firmware in Zusammenhang mit diesem Gerät fehler- oder unterbrechungsfrei ist.

## Garantiebeschränkungen

Die oben aufgeführte Garantie gilt nicht für Störungen, die durch fehlerhafte oder ungeeignete Wartungsmaßnahmen seitens des Käufers, durch vom Käufer beschaffte Software oder Schnittstellen, durch unberechtigte Modifikation oder Mißbrauch, durch Betrieb außerhalb der für das Produkt angegebenen Umgebungsbedingungen oder durch unzureichende Vorbereitung oder Wartung des Einsatzortes verursacht werden.

WEITERE AUSDRÜCKLICH ODER STILLSCHWEIGENDE GEWÄHRLEISTUNGEN WERDEN NICHT GEWÄHRT. HEWLETT-PACKARD SCHLIESST INSBESONDERE DIE STILLSCHWEIGENDE GEWÄHRLEISTUNG FÜR MARKTFÄHIGKEIT ODER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS.

## Haftungsausschluß

DEM KÄUFER WERDEN ALLEIN UND AUSSCHLIESSLICH DIE HIER AUFGEFÜHRTEN ENTSCHÄDIGUNGEN GEWÄHRT: HEWLETT-PACKARD IST NICHT FÜR IRGENDWELCHE DIREKTEN, INDIREKTEN, BESONDEREN, ZUFÄLLIGEN ODER NACHFOLGENDEN SCHÄDEN HAFTBAR. DIES GILT NICHT, SOWEIT GESETZLICH ZWINGEND GEHAFTET WIRD.

# Geschäftsstellen und Service-Zentren von Hewlett-Packard

Wenn Sie technische Unterstützung benötigen, wenden Sie sich bitte an die nächstgelegene Geschäftsstelle oder das nächstgelegene Service-Zentrum von Hewlett-Packard. Adressen siehe Tabelle 5-3 auf der nächsten Seite.

**Tabelle 5-3** **Geschäftsstellen und Service-Zentren von Hewlett-Packard**

| **USA** | | |
|---|---|---|
| **Instrument Support Center**<br>Hewlett-Packard Company<br>(800) 403-0801 | | |
| **EUROPÄISCHE NIEDERLASSUNGEN** | | |
| **Headquarter**<br>Hewlett-Packard S.A.<br>150, Route du Nant-d'Avril<br>1217 Meyrin 2/ Genf<br>Schweiz<br>(41 22) 780.8111 | **Frankreich**<br>Hewlett-Packard France<br>1 Avenue Du Canada<br>Zone D'Activite De Courtaboeuf<br>F-91947 Les Ulis Cedex<br>Frankreich<br>(33 1) 69 82 60 60 | **Deutschland**<br>Hewlett-Packard GmbH<br>Hewlett-Packard Strasse<br>61352 Bad Homburg v.d.H<br>Deutschland<br>(49 6172) 16-0 |
| **Großbritannien**<br>Hewlett-Packard Ltd.<br>Eskdale Road, Winnersh<br>Triangle Wokingham,<br>Berkshire RG41 5DZ England<br>(44 734) 696622 | | |
| SONSTIGE AUSLÄNDISCHE NIEDERLASSUNGEN | | |
| **Headquarter**<br>Hewlett-Packard Company<br>3495 Deer Creek Rd.<br>Palo Alto, CA 94304-1316<br>USA<br>(415) 857-5027 | **Australien**<br>Hewlett-Packard Australia Ltd.<br>31-41 Joseph Street<br>Blackburn, Victoria 3130<br>(61 3) 895-2895 | **Canada**<br>Hewlett-Packard (Canada) Ltd.<br>17500 South Service Road<br>Trans-Canada Highway<br>Kirkland, Quebec H9J 2X8<br>Canada<br>(514) 697-4232 |
| **Japan**<br>Hewlett-Packard Japan, Ltd.<br>9-1 Takakura-Cho, Hachioji<br>Tokyo 192, Japan<br>(81 426) 60-2111 | **Singapur**<br>Hewlett-Packard Singapore (Pte.) Ltd.<br>150 Beach Road<br>#29-00 Gateway West<br>Singapore 0718<br>(65) 291-9088 | **Taiwan**<br>Hewlett-Packard Taiwan<br>8th Floor, H-P Building<br>337 Fu Hsing North Road<br>Taipei, Taiwan<br>(886 2) 712-0404 |
| **China**<br>China Hewlett-Packard Co.<br>38 Bei San Huan X1 Road<br>Shuang Yu Shu<br>Hai Dian District<br>Peking, China<br>(86 1) 256-6888 | | |

# Index


**Numerisch**

3,5 mm-Kalibrier-Kit 5-19

**A**

A Detektor 2-3
Abgespeicherte Informationen 3-55
Abrufen gespeicherter Meßergebnisse 3-55
Abrufen von Daten (von einer Diskette oder aus dem Internspeicher) 3-60
Absoluter Ausgangspegel, Messung 2-28
Absolutpegel 2-31
Abspeichern einer Kalibrierung 3-58, 5-27
Abspeichern von Meßergebnissen 3-55
Abspeichern von Meßergebnissen und Abrufen gespeicherter Meßergebnisse 3-55
Aktiver Meßkanal 1-7
Aktivieren der Spur avoidance-Funktion 4-13
Alternierende Wobbelung 4-7
Amplitude, Delta-Marken-Grenzwert 3-34
Ändern von Verzeichnissen 3-67
Anpassungsfehler 5-3
  verringern 4-15
Anschluß
  LIMIT TEST TTL IN/OUT 3-28
  USER TTL IN/OUT 3-63
Anschlußkonfiguration für Hardcopy 3-72
Anzeige, Mittelung 4-11
Anzeigeelemente
  Frequenz 3-51
  Markennummer 3-51
  Meßkanal 3-51
  Optionen 3-45
  X-Achse 3-51
APC-7-Kalibrier-Kit 5-19
Apertur 2-41
ASCII-Datei, Kalibrier-Kit 5-24
Autoscale 1-6
Auto-step 3-63
Autozero-Funktion 5-16
AUX INPUT-Steckverbinder 2-39
AUX-Eingang 2-39
Average on OFF-Taste 4-11

**B**

B Detektor 2-3, 2-5
Bandbreite, System- 4-10
Bandbreitenänderung 4-10, 4-12
Bandwidth, Markensuche 3-9
Baudrate 3-73
Bauteilmessungen 2-3
BEGIN-Taste 2-10
  angepaßt 2-14
  benutzerdefiniert 2-14
  interne Netzwerkanalysator-Konfigurationen 2-13
  Meßkonfigurationen 2-10
Beispiel für das Editieren von Grenzwertlinien 3-29
Benutzerdefiniertes Kalibrier-Kit 5-19
Bereich, Frequenz 1-6
Betrag, Impedanz- 2-51
Bildschirm
  anpassen 3-45, 3-47
  Anzeigeelemente, modifizieren 3-48
  Eigenschaften 3-47
  einstellen 3-90
  Externer 3-88
  Farb- 3-88
  maximiert 3-52
  Synchronisation 3-90
  unterteilen 3-46
Bildschirmdarstellung maximieren 3-52
Breitband-Detektorbetriebsart 2-4
Breitbandige Pegelmessung 2-28

**C**

Center-Taste 1-6
Charakteristiken von Kalibriernormalen 5-21
Color Options-Taste 3-88
CRT Adjust-Funktionen 3-90
CRT-Einstellungen für externen Bildschirm 3-90

**D**

Dämpfung, Einfüge- 2-19
Dämpfung, Misch- 2-33
Dämpfung, wann erforderlich? 2-7
Datei
  abspeichern 3-57
  Format 3-58
  löschen 3-64
  umbenennen 3-64
Datenpunkt, Frequenzberechnung 3-39
Datum 3-50
Default 2-Taste 3-88
Definieren der abzuspeichernden Daten 3-58
Definieren eines Druckers oder Plotters 3-74
Delta Mkr on OFF-Taste 3-24
Delta-Amplituden-Grenzwerttest 3-34

# Index


Delta-Frequenz-Grenzwerttest 3-35
Delta-Marken 3-24
Detektion
  Breitband 2-4
  Schmalband 2-4
Detektor
  "A" 2-3
  "B" 2-3
  "R" 2-3
  B* 2-5
  Nullpunktkorrektur 5-17
  R* 2-5
Detektorbetriebsarten 2-3, 2-4
Detektoren
  interne 2-3
Disk
  formatieren 3-68
  Internspeicher, abrufen aus dem 3-60
  MS-DOS-Formatierung 3-68
  wählen 3-57
Disk wählen 3-57
Diskette 3-57
  formatieren 3-68
Dithering 4-13
DOS-formatierte Disketten 3-68
Drift-Kompensation, Detektoren 5-17
Druckausgabe beschleunigen 3-83
Drucken und Plotten 3-79
  Baudrate 3-73
Drucker
  HP DeskJet 3-69
  HP DeskJet Portable 3-69
  HP LaserJet 3-69
  HP PaintJet 3630A 3-69
Drucker oder Plotter definieren 3-74
Druckgeschwindigkeit 3-83
Druckzeiten 3-83
Durchgang, Kalibriernormal 5-21
Dynamikbereich
  Ändern der Systembandbreite 4-10
  Empfänger-Eigenrauschen verringern 4-10
  Empfängereingangspegel 4-9
  Faktoren 4-9
  Mittelungsfaktor ändern 4-10
  vergrößern 4-9

**E**

Ebene Grenzwertlinien 3-29
Eigenrauschen
  Ändern der Systembandbreite 4-12
  Eliminieren interner Nebenwellen 4-13
  Faktoren 4-12
  Meßdatenmittelung aktivieren 4-12
  verringern 4-12
Einfallendes Signal 2-3
Einfügedämpfung 2-19
Einführung
  Frontplatte 1-3
Eingabe von Parametern 1-4
Eingang
  AUX 2-39
Ein-Tor-Kalibrierung 2-22, 2-23, 5-16
Einzelpunkt-Grenzwerte 3-32
Electrical delay-Funktion 4-19
  Einfluß auf die Messung 4-20
Eliminieren interner Nebenwellen 4-13
Empfänger-Eigenrauschen
  Dithering 4-13
  Spur avoidance-Funktion 4-13
Empfänger-Eigenrauschen verringern 4-10
Empfängereingänge 2-3
Empfängereingangspegel erhöhen 4-9
Empfängereingangspegel, max. zulässiger 4-9
Epson-Drucker 3-69, 3-73
Erhöhen
  Empfängereingangspegel 4-9
  Start-Frequenz 4-3
  Wobbelgeschwindigkeit 4-3
Erstellen und Ändern von Verzeichnissen 3-66
Erstellen von Einzelpunkt-Grenzwerten 3-32
Erweiterte Frequenzgangkalibrierung 5-14
Externer Bildschirm 3-88

**F**

Factory Default-Taste 3-88
FAIL!-Anzeige 3-29, 3-37, 3-51
Farbbildschirm 3-88
Fehler
  Fehlanpassung 5-3
  Frequenzgang 5-3
  Meßfehler 5-2
  systematische 5-2
  Übersprechen 5-3
Fehler, Frequenzgang 5-3
Filter, höherer Ordnung 3-14
Fine bandwidth 4-10
Format, Datei- 3-58
Formatmarken
  Polar 3-27
  Smith 3-27
Freq Annot ON off-Taste 3-51
Frequency, Delta-Marken-Grenzwert 3-35

# Index


Frequenz, eines Datenpunktes 3-39
Frequenzänderung zur Steigerung der Wobbelgeschwindigkeit 4-3
Frequenzanzeige 3-51
Frequenzbereich
  eingeben 1-6
Frequenzgangfehler 5-3
Frequenzgangkalibrierung 5-14
Frequenzgangs- und Isolation-Kalibrierung 5-14
Frequenz-Nachführung 3-44
Frequenz-Shift
  infolge langer elektrischer Verzögerung 4-20
  minimieren 4-20
Funktionsfähigkeit überprüfen 1-10
Funktionsprüfung 1-10

**G**

Geräteeinstellungen
  abrufen 3-55
  abspeichern 3-55
Gesamt-Wobbelzyklusdauer 4-6
Geschwindigkeit der Druckausgabe 3-83
Geschwindigkeit der Wobbelung erhöhen 4-3
Gewährleistung 5-41
Gitterraster 3-47
Graticule ON off-Taste 3-47
Grenzwert- und Referenzpegel-Nachführung 3-36
Grenzwerte und Referenzpegel-Nachführung 3-42
Grenzwertlinien 3-47
  Stimulus- und Amplitudenwerte 3-39
Grenzwertlinien löschen, Prozedur 3-37
Grenzwertlinien, Beispiel für Editieren 3-29
Grenzwertlinien-PASS/FAIL-Anzeige 3-37, 3-51
Grenzwertliniensegmente löschen 3-37
Grenzwertmarken 3-32
Grenzwerttest 3-28
  ebene Grenzwertlinien erstellen 3-29
  Einzelpunkt-Grenzwerte erstellen 3-32
  Grenzwertliniensegmente löschen 3-37
  mit Hilfe von Marken 3-32
  Welligkeit 3-34
Grenzwerttest-Anzeige 3-38
Grenzwerttestsymbol
  Erklärung 3-52
  X Position 3-37
  Y Position 3-37
Grundfunktionen, Frontplatte 1-3
Grundlagen von Netzwerkanalysator-Messungen 2-3
Gruppenlaufzeit 2-41
  Apertur 2-41
Gruppenlaufzeit, auf Phasenmessung basierend 2-41

**H**

Hardcopy
  typische Zeiten 3-83
Hardcopy-Schnittstelle konfigurieren 3-72
HF-Ausgangspegel, einstellen 1-6
Hilfseingang (AUX INPUT) 2-39
Horizontal back porch 3-90
Horizontal front porch 3-90
HP 7440A ColorPro Farbgrafik-Plotter mit acht Stiften 3-69
HP 7470A Grafik-Plotter mit zwei Stiften 3-69
HP 7475A Grafik-Plotter mit sechs Stiften 3-69
HP 7550A/B Schneller Grafik-Plotter mit acht Stiften 3-69
HP DeskJet Portable-Drucker 3-69
HP DeskJet-Drucker 3-69
HP LaserJet-Drucker 3-69
HP PaintJet 3630A-Drucker 3-69
HP-IB
  Kabel 3-70
HP-Vertriebs- und Service-Zentren 5-43

**I**

Impedanz, System- 2-8
Impedanzanpassungsfehler verringern 4-15
Impedanzbetrag 2-51
Initialisieren einer Diskette 3-68
Integriertes Diskettenlaufwerk
  MS-DOS-Formatierung 3-68
Interne Detektoren 2-3
Interne RAM-Disk 3-57
Internspeicher oder Diskette, Abrufen von Daten 3-60
Interpolation
  Reflexionskalibrierung 5-16
  Transmissionskalibrierung 5-14

# Index


**K**

Kabel, Schnittstellen- 3-70
Kalibrier-Kit 5-18
  3,5 mm 5-19
  APC-7 5-19
  ASCII-Datei 5-24
  benutzerdefiniert
    erstellen 5-23
  benutzerdefiniertes 5-19
  Cal kit A 5-18
  Cal kit B 5-18
  Geschlecht von
    Steckverbindern 2-16
  im Analysator gespeichert 5-18
  Kalibriernormaldaten
    herunterladen 5-25
  modifizieren 5-19
  Type-F 5-19
  Type-N(m) 5-19
  Type-N(w) 5-19
Kalibriernormal 5-20
  Durchgang 5-21
  Kurzschluß 5-21
  Last 5-21
  Leerlauf 5-21
Kalibriernormal-Charakteristik
    en 5-21
  C0, C1, C2, C3 5-23
  Dämpfung 5-21
  Verzögerung 5-21
  Z0 5-21
Kalibriernormaldaten
    herunterladen 5-25
Kalibrierung
  abspeichern 3-58, 5-27
  benutzerdefiniert im Vergleich
    zu Standard 5-7
  Ein-Tor 2-22, 2-23, 5-16
  erweiterte Frequenzgang- 5-14
  Frequenzgang 5-14
  Frequenzgang und Isolation
    5-14
  Grundlagen 5-2
  Interpolation 5-14, 5-16
  Isolation 5-14
  Mischdämpfung 5-16
  Normalize 5-12
  Reflexion 2-22, 2-23, 5-15
  Standard 5-7
  Standard-Ein-Tor- 5-15
  Standard-Frequenzgang- 5-13
  Transmission 2-17, 5-13
  verfügbare Verfahren 5-8
Kalibrierverfahren 5-8
Kanal
  darstellen 1-8
  wählen 1-7
Konfigurieren
  Messungen mit Hilfe der
    BEGIN-Taste 2-10
  Speicherzuordnung 3-58
Konfigurieren der
    Hardcopy-Schnittstelle 3-72
Korrekturfaktoren 5-2
Kurzschluß, Kalibriernormal
    5-21

**L**

LAN-Schnittstelle 3-72
Last, Kalibriernormal 5-21
Laufzeit
  auf Phasenmessung basierend
    2-41
  Gruppen- 2-41
Leerlauf, Kalibriernormal 5-21
Limit Line ON off-Taste 3-37,
    3-47
LIMIT TEST TTL
    IN/OUT-Anschluß 3-28
Löschen einer Datei 3-64
Lotus 123 ASCII-Dateiformat
    3-59

**M**

Marken
  Benutzung in Verbindung mit
    Grenzwertlinien 3-38
  Polarformat 3-27
  Referenz 3-24
  relative 3-24
  Smith-Diagramm-Marken
    3-27
  Suche
    Bandbreitenwerte 3-9
    Notch-Werte 3-12
Marken und
    Referenzpegel-Nachführung
    3-42
Marken und Wobbelzeit 4-7
Marken, Math- 3-18
Marken-Grenzwert 3-32
Marken-Grenzwerttest
  Delta frequency 3-35
  Delta-Amplitude 3-34
  Spitze-Spitze-Welligkeit 3-33
  statistischer Mittelwert 3-33
  Welligkeit 3-34
Markennummer-Anzeige 3-51
Markenstatistik 3-18
Markensuche 3-6
  HF-Filter 3-22
  Max search 3-6
  Min search 3-6
  Next peak left 3-7
  Next peak right 3-7
  Tracking-Funktion 3-6
  Wobbelzeit 4-7
Marker flatness-Suche 3-20
Marker Tracking-Funktion und
    Wobbelzeit 4-7
Math-Marken 3-18
Max search 3-6
Mean, statistischer Mittelwert
    3-18, 3-33
Medium bandwidth 4-10
Medium narrow bandwidth 4-10

# Index


Medium wide bandwidth 4-10
Meßdaten abspeichern 3-57
Meßpunkte, Anzahl verringern 4-5
Meßsignalpegel
  eingeben 1-6
  Preset 1-6
Meßsignalpegel, eingeben 1-6
Messungen
  Absoluter Ausgangspegel 2-28
  Anzeigeelemente 3-51
  Benutzung der BEGIN-Taste 2-10
  Benutzung von Grenzwertlinien 3-28
  Detektorbetriebsarten 2-4
  Druckausgabe beschleunigen 3-83
  Fehler 5-2
  Grundlagen 2-3, 2-8
  Gruppenlaufzeit 2-41
  Gruppenlaufzeit, auf Phasenmessung basierend 2-41
  Impedanz 2-45
  Impedanzbetrag 2-51
  Kanal 1-7
  Kanalanzeige 3-51
  Meßdaten abspeichern 3-55
  Mittelung 4-10
  optimieren 4-2
  Pegel (breitbandig) 2-28
  Pegel, schmalbandig 2-28
  Reflexion 2-21
  Schritte 2-9
  Transmission 2-15
  typische Sequenz 2-9
  Wahl eines Kalibrierverfahrens 5-7
Messungen an Bauteilen 2-3
Min search 3-6
Mischdämpfung
  Gleichung 2-37
  Kalibrierung 5-16
  messen 2-33
Mittelung
  ändern 4-10
  Anzeige 4-11
  Erklärung 4-12
Mkr Limits 3-32
MS-DOS-Formatierung 3-68
Multi-notch-Suche 3-14
Multi-peak-Suche 3-14

**N**

Nachführung, Marken- 4-7
Nachführungsfrequenz vorgeben 3-44
Narrow bandwidth 4-10
Next min left-Suche 3-7
Next min right-Suche 3-7
Next peak left-Suche 3-7
Next peak right-Suche 3-7
Normale, Kalibrier- 5-20
Normalize 5-12
Normierungskalibrierung 5-12
Notch 3-12
Nullpunkte von Detektoren korrigieren 5-17

**O**

Optimieren von Messungen 4-2

**P**

Page protection-Funktion 3-75
Parallelschnittstelle 3-72, 3-73
PASS/FAIL-Anzeige 3-37, 3-38, 3-51
PCL5-Konfiguration 3-74
Peak-Nachführung 3-43
Peak-to-peak ripple, Marken-Grenzwerttest 3-33
Pegel
  absolut 2-28, 2-31
  breitbandig 2-28
  Leistung 1-6
  Referenz 1-6
  schmalbandig 2-28
Plotter
  HP 7440A ColorPro Farbgrafik-Plotter mit acht Stiften 3-69
  HP 7470A Grafik-Plotter mit zwei Stiften 3-69
  HP 7475A Grafik-Plotter mit sechs Stiften 3-69
  HP 7550A/B Schneller Grafik-Plotter mit acht Stiften 3-69
Polarformat-Marken 3-27
Port extensions-Funktion 4-17
Position, Referenz- 1-6, 3-43
Preset
  Meßsignalpegel 1-6
  Zustände 1-5
Print Overrun-Fehler 3-75
Prozedur
  Alternierende Wobbelung abschalten 4-7
  Benutzung von Delta-Marken 3-24
  Benutzung von Polarformat-Marken 3-27
  Dynamikbereich vergrößern 4-9
  ebene Grenzwertlinien erstellen 3-29
  Einzelpunkt-Grenzwerte erstellen 3-32
  Erhöhen der Wobbelgeschwindigkeit 4-3
  Grenzwertliniensegmente löschen 3-37
  Testen mit Grenzwertlinien 3-28
  Vergrößern der Systembandbreite 4-4

# Index


Wahl der Wobbelbetriebsart Auto 4-4
Prüfung, Funktions- 1-10

**R**

R Detektor 2-3, 2-5
Rauschen, Meßkurven-
Ändern der Systembandbreite 4-12
Eliminieren interner Nebenwellen 4-13
Meßdatenmittelung aktivieren 4-12
verringern 4-12
Reference Level-Taste 1-6
Reference Position-Taste 1-6
Reference tracking
Grenzwerte in Verbindung mit 3-36
Referenzebene für die Kalibrierung 5-6
Referenzebene verschieben 4-17
Referenzebene, Kalibrierung 5-6
Referenzfrequenz-Nachführung 3-44
Referenzmarken 3-24
Referenzpegel-Nachführung
Benutzung von Marken in Verbindung mit 3-42
Grenzwerte in Verbindung mit 3-42
Referenzposition 3-43
Referenzsignal 2-3
Reflexion
Gleichung 2-26
Interpolation von Kalibrierdaten 5-16
Kalibrierung 2-22, 5-15
Messungen 2-27
Reflexionsmessungen 2-21
Relativ-Marken 3-24
RF Filter Stats 3-22
Ripple, Marken-Grenzwerttest 3-33
RS-232-Schnittstelle (seriell) 3-72, 3-73
Rückflußdämpfung 2-27

**S**

S2P ASCII-Dateiformat 3-59
Save-Definition 3-58
Schmalband-Detektor-betriebsart 2-4
Schmalbandige Pegelmessung 2-28
Schnittstelle
Kabel 3-70
LAN 3-72
parallel 3-72, 3-73
seriell 3-72, 3-73
Search left 3-9
Search right 3-9
Segmente löschen 3-37
Serielle Schnittstelle 3-72, 3-73
Shift spurs-Funktion 4-13
Signaldetektion 2-4
Smith-Diagramm-Marken 3-27
Softkey Auto-step 3-63
Span-Taste 1-6
Speichermedium wählen 3-57
Speicherzuordnung, ändern 3-58
Split Display 1-8, 3-46
Spur avoidance-Funktion 4-8, 4-13
Standard deviation, Standardabweichung 3-18
Standardeinstellungen, Preset 1-5
Standard-Ein-Tor-Kalibrierung 5-15
Standard-Frequenzgangkali-brierung 5-13
Start-Frequenz, zur Steigerung der Wobbelgeschwindigkeit erhöhen 4-3
Start-Taste 1-6
Statistical mean, Marken-Grenzwerttest 3-33
Statistik, Marken- 3-18
Statistik, Peak-to-peak 3-33
Stop-Taste 1-6
Suche, Marken- 3-6
Symbol
FAIL-Anzeige 3-38, 3-51
Synchronisation eines externen Bildschirms 3-90
Sync-on-green-Funktion 3-90
Systematische Fehler 5-2
Systembandbreite 4-10
ändern 4-12
Funktionsprinzip 4-10
Systemimpedanz 2-8

**T**

Target search 3-9
Target Value 3-9
Tastaturanschluß 3-84
Tastaturen
anschließen 3-84
benutzen 3-84
Techniken zum Optimieren von Messungen 4-2
Testbild 3-90
Testen mit Grenzwertlinien 3-28
Title and Clock-Taste 3-50
Touchstone ASCII-Dateiformat 3-59
Track peak point 3-43
Tracking on OFF-Taste 3-6
Tracking-Funktion 3-6
Frequenz 3-44
Peak 3-43
Transmission
Gleichung 2-19

# Index


Interpolation von Kalibrierdaten 5-14
Kalibrierung 2-17, 5-13
Transmissionsmessungen 2-15, 2-20
Type-F-Kalibrier-Kit 5-19
Typen von Kalibriernormalen 5-21
Type-N(m)-Kalibrier-Kit 5-19
Type-N(w)-Kalibrier-Kit 5-19

**U**

Übersicht über die Frontplatte 1-3
Übersprechfehler 5-3
Uhrzeit 3-50
Umbenennen einer Datei 3-64
User BEGIN-Softkey 2-14
USER TTL IN/OUT-Anschluß auf der Rückwand 3-63

**V**

Verfügbare Kalibrierverfahren 5-8
Vergrößern
Dynamikbereich 4-9
Verkleinern des Mittelungsfaktors 4-5
Verringern der Anzahl der Meßpunkte 4-5
Verringern des Eigenrauschens 4-10, 4-12
Verringern des Empfänger-Eigenrauschens 4-10
Verringern von Anpassungsfehlern 4-15
Verstärkung, wann erforderlich? 2-7
Vertical back porch 3-90
Vertical front porch 3-90
Vertriebs- und Service-Zentren von Hewlett-Packard 5-43
Verzeichnis, erstellen oder ändern 3-66
Verzögerung
elektrische
Einfluß auf die Messung 4-20
VGA-Bildschirm 3-88
Vorsicht
Empfängereingangspegel, max. zulässiger 4-9

**W**

Welligkeit 3-20
Welligkeit, Marken-Grenzwerttest 3-34
Wide bandwidth 4-10
Wie
benutzt man Delta-Marken? 3-24
benutzt man Grenzwertlinien? 3-28
benutzt man Polarformat-Marken? 3-27
benutzt man Smith-Diagramm-Marken ? 3-27
erstellt man ebene Grenzwertlinien? 3-29
erstellt man Einzelpunkt-Grenzwerte? 3-32
löscht man Grenzwertliniensegmente? 3-37
Wobbelgeschwindigkeit
Abschalten des nicht benötigten Kanals 4-6
Alternierende Wobbelung abschalten 4-7
Betriebsart Auto benutzen 4-4
erhöhen 4-3
Spur Avoidance-Funktion abschalten 4-8
Start-Frequenz erhöhen 4-3
Verkleinern des Mittelungsfaktors 4-5
Verringern der Anzahl der Meßpunkte 4-5

**X**

X-Achsen-Beschriftung 3-51

**Y**

Y-Achsen-Beschriftung 3-51

**Z**

Zeit 3-50
Zuordnung, Speicher- ändern 3-58
Zweikanalmessungen 1-8
Zweiten Kanal abschalten 4-6